

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН**

ИННОВАЦИОННЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

На правах рукописи

Багаутдинова Галина Юрьевна

« Исследование качества оборотной воды и технологического процесса, ее
очистки на установке подпитки системы оборотного водоснабжения частичной
очистки оборотной воды БОВ-1 и БОВ-2 »

Магистерская диссертация на соискание академической степени магистра
химической технологии неорганических веществ по специальности
6М072000 - «Химическая технология неорганических веществ»

ПАВЛОДАР

Министерство образования и науки Республики Казахстан

Инновационный Евразийский университет

Допущен (а) к защите:
зав. кафедрой «Химия
и металлургия»,
Кандидат химических наук,
и.о. профессора,
_____ А.Н. Жакупова
(подпись)
« ____ » _____ 20__ г

Магистерская диссертация

« Исследование качества оборотной воды и технологического процесса, ее
очистки на установке подпитки системы оборотного водоснабжения и
частичной очистки оборотной воды БОВ-1 и БОВ-2 »

специальность: 6М072000 - «Химическая технология неорганических
веществ»

Магистрант

(подпись)(инициалы, фамилия)

Г.Ю. Багаутдинова

Научный руководитель,
доктор химических наук

(подпись)(инициалы, фамилия)

А.К. Свидерский

ПАВЛОДАР - 2014

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы следующие стандарты

1. ГОСТ 26449.1-85 Методы определения перманганатной окисляемости.
2. ГОСТ 26449.1-85 Методы определения общего солесодержания.
3. ГОСТ 12.1.007-76 - IV Классификация и общие требования безопасности. Вредные вещества.
4. ГОСТ 12.3.009 Требования безопасности по погрузке и разгрузке сульфата алюминия
5. ГОСТ Р 50571.5.54-2011 Выбор и монтаж электрооборудования. Заземляющие устройства, защитные проводники и уравнения потенциалов.

ТЕРМИНЫ, ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

В настоящей магистерской диссертации применяют следующие термины с соответствующими определениями

Коагуляция – процесс, при котором происходит понижение степени дисперсности коллоидно – растворенных примесей в результате агломерации их частиц с образованием макрофазы.

Коагулянты — вещества, способные вызывать или ускорять процесс объединения мелких взвешенных частиц в группировки (агрегаты).

Флокуляция – это общее физико-химическое понятие техники разделения твердой фазы от жидкой.

Флокулянты – вещества, увеличивающие размер хлопьев, образовавшихся в ходе коагуляции, и агломерации взвешенных частиц для их механического удаления.

Взвешенные вещества – это частицы минерального и органического происхождения, присутствующие в природных, промышленных водах, имеющие большие размеры, чем коллоидные частицы, и находящиеся во взвешенном состоянии.

Сокращения:

ДОФ – динамический осветлительный фильтр

БОВ – блок обратного водоснабжения

НКЕ – напорная контактная емкость

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	5
1	Системы водоснабжения	8
1.1	Система прямоточного водоснабжения	8
1.2	Система оборотного водоснабжения	8
2	Оборудование, применяемое для водоочистки и водоснабжение промышленного производства	10
2.1	Виды охладителей	10
2.2	Градирни	11
2.3	Вентиляторные градирни	13
2.4	Водораспределительные системы	17
2.5	Оросительные устройства	20
2.6	Водоуловительные установки	24
2.7	Противонакипное оборудование	25
3	Требование к качеству охлаждаемой воды оборотных систем водоснабжения	28
4	Методы интенсификации в процессе осветления воды	32
5	Сущность технологического процесса	34
6	Методы анализов	55
7	Охрана труда и окружающей среды	63
7.1	Требования безопасности к коагулянту-сульфату алюминия	64
7.2	Требования безопасности к флокулянту -PRAESTOL 650BC	65
7.3	Защита от статического электричества	66
	Заключение	67
	Список использованных источников	69

ВВЕДЕНИЕ

Вода является драгоценным сырьем, заменить которое невозможно. Запасы и доступность водных ресурсов определяют размещение производств, а проблема водоснабжения становится одной из важных в жизни и развитии человеческого общества.

Вода на промышленных предприятиях необходима на хозяйственно-питьевые нужды, на пожаротушение, а также для проведения технологических процессов.

Количество и качество технической воды, необходимое каждому предприятию, определяется масштабом и характером его технологических процессов.

В свою очередь, эффективность работы любого промышленного предприятия во многом зависит от организации снабжения его водой требуемых параметров.

Система водоснабжения промышленного предприятия представляет собой комплекс сооружений, оборудования и трубопроводов, обеспечивающих забор воды из природного источника, очистку и ее обработку, транспортирование и подачу воды потребителям требуемых расходов и качества.

В системах технического водоснабжения предусматриваются также сооружения и оборудование, необходимое для приема отработавшей воды и подготовки ее для повторного использования, а также станции очистки сточных вод.

Процесс очистки оборотной воды становится все более распространенным в наше время. Это связано с тем что все чаще и чаще многие компании открывают для себя выгоду очистки оборотной воды. Водоподготовка оборотных циклов на нефтехимических предприятиях помогает:

- повысить эффективность охлаждения градирни;
- увеличить срок службы градирни, так как состояние градирни непосредственно зависит от качества используемой воды. Необходимо воду очищать не только от механических частиц, но и подвергать ее обработку химическими реагентами;
- сократить затраты на обслуживание.

Город Павлодар относится к одному из самых промышленных городов Казахстана. Одним из водопотребителей города является нефтехимический завод ТОО «Компания Нефтехим LTD».

На предприятии ТОО «Компания Нефтехим LTD» успешно функционируют два производства: производство метил-трет-бутилового эфира (МТБЭ) и производство полипропилена (ПП).

Блок обратного водоснабжения предназначен для охлаждения горячей оборотной воды, поступающей с технологических установок завода: МТБЭ, ПП и УКП и бесперебойной подачи охлажденной воды снова на установки, где она используется для охлаждения промежуточных продуктов и готовой продукции в теплообменной аппаратуре. То есть обратная вода используется в замкнутом цикле.

Актуальность работы заключается в настоящее время вода является ценнейшим водным ресурсом. В этой связи очистка оборотной воды играет очень большое значение. Существенное влияние на повышение качества водооборота может оказать внедрение высокоэффективных методов очистки сточных вод с помощью химических реагентов.

Научная новизна заключается в том, что для интенсификации процесса очистки воды была введена установка, предназначенная для химической обработки воды требуемого качества.

Целью работы является исследования качества оборотной воды на предприятии ТОО «Компания Нефтехим LTD» и технологического процесса, изучение результатов анализов при введении в технологический процесс динамического осветлительного фильтра (ДОФ) и использование химических реагентов для интенсификации процесса очистки оборотной воды.

Практическая значимость заключается в исследовании качества оборотной воды при введении в технологический процесс дополнительного оборудования и химических реагентов.

В данной работе были поставлены следующие задачи:

- поиск наиболее эффективных методов очистки оборотной воды;
- изучение влияния коагулянта и флокулянта на эффективность очистки воды;
- проведение лабораторных анализов и сравнение полученных результатов;
- исследование очистки воды с помощью химических реагентов и без них.

Обеспечение охлажденной оборотной водой технологических установок завода осуществляется непрерывно.

Сущность технологического процесса состоит в том, что речная вода с ТОО «ПНХЗ» поступает в отстойник, где отстаивается, далее поступает в бассейн градирни, откуда идет на охлаждение установок. Отработанная горячая вода с технологических установок поступает в трубную водораспределительную систему градирни для охлаждения. Так как температура воды с установок составляет 40-42⁰С, она достаточно быстро испаряется, поэтому для подпитки системы оборотной воды используют речную воду с ТОО «ПНХЗ».

Исходя из вышесказанного, следует отметить, что очистка оборотной воды осуществлялась за счет отстаивания, а очистка от механического мусора

происходит за счет установленной стальной решетки из просечки перед всасывающим трубопроводом. В летнее время с целью очистки системы от примесей часть оборотной воды из бассейна циркулирует через два цилиндрических фильтра, наполненные на 20% чистым речным песком.

В ходе процесса охлаждения технологических установок оборотной водой естественно происходит процесс образования коррозии, накипи. Поэтому на заводе на трубопроводах прямой и обратной воды установлено противонакипное и антикоррозийное оборудование Гидрофлоу. Данное оборудование применяется для предотвращения образования отложений на стенках труб теплообменников.

Отстаивание воды проводят в непрерывно действующих отстойных бетонированных резервуарах. За счет процесса отстаивания в основном происходит очистка от взвешенных примесей. Поэтому для улучшения процесса очистки оборотной воды от других видов примесей была введена установка динамического осветлительно фильтра (ДОФ), предназначенная для химической обработки сырой воды с целью получения очищенной воды требуемого качества и подачи ее в систему оборотного водоснабжения БОВ-1 и БОВ-2.

Химические процессы, протекающие на установке, такие как коагуляция и флокуляция, а также процесс осветления воды в совокупности с предварительным отстаиванием несомненно улучшает качество оборотной воды, тем самым оберегая теплообменные аппараты от накипи и коррозии, увеличивая срок службы оборудования. Кроме того данный процесс очистки позволяет сократить потребление речной воды, что является не маловажным вопросом в наше время.

1 Системы водоснабжения

Источниками водоснабжения нефтеперерабатывающих заводов могут быть реки, подземные воды, моря, океаны, озера.

На нефтеперерабатывающих заводах для технических целей проектируется оборотная система водоснабжения и лишь для небольшого числа объектов и аппаратов – прямоточная.

Каждая из этих систем имеет свои преимущества и недостатки.

1.1 Система прямоточного водоснабжения

Из естественных водоемов вода забирается насосами и подается в общезаводскую водопроводную сеть для распределения по потребителям.

Отработанную воду после конденсаторов и холодильников, промывных аппаратов и другого оборудования направляют в нефтеотделители, нефтеловушки и очистные сооружения. Очищенную от нефтепродуктов отработанную воду сбрасывают в водоем, не охлаждая при температуре 45-65°C. [1].

Преимущества прямоточного водоснабжения: простота схемы, меньшая протяженность трубопровода, отсутствие градирен.

Недостатки прямоточной системы: большая потребность в свежей воде, значительное загрязнение водоемов, значительные расходы на осветление.

Каждая из оборотных систем водоснабжения нефтеперерабатывающих заводов включает водопроводные сети, приемные камеры отработанной теплой и охлажденной воды, насосные, градирни, нефтеотделители, установки для очистки воды и осветления.

1.2 Системы оборотного водоснабжения

Современное промышленное водоснабжение главной задачей ставит увеличение объемов повторно используемой воды на предприятиях всех отраслей промышленности. Промышленное водоснабжение нефтеперерабатывающих заводов в основном оборотного типа, свежая вода подается лишь в систему лишь для восполнения потерь. [2].

Система оборотного водоснабжения приобретает решающее значение в промышленном водоснабжении. Избыток тепла воды, используемой в теплообменных аппаратах, устраняется в градирнях, брызгальном бассейне или другом аналогичном оборудовании, после чего вода подается снова в цикл циркуляционными насосами. При этом происходит многократное и

последовательное физико-химическое воздействие на воду: изменение температуры, испарение, загрязнение.

Это приводит к частичным потерям объема оборотной воды путем капельного выделения и испарения в атмосферу. Частичное испарение, в свою очередь, провоцирует рост минерализации воды. При этом нередко наблюдается нарушение стабильности: повышение коррозионной активности воды либо увеличение минеральных отложений солей. Это приводит к постепенному накоплению коррозии. Поэтому подача свежей воды важна, как для восполнения потерь, так и для восстановления ее качества.

Оборотное водоснабжение промышленных предприятий использует повторную воду, нагретую в охладительных устройствах производства и затем охлажденную на специальном оборудовании. При необходимости производится не только охлаждение, но и очищение оборотной воды. Такое количество физико-химических воздействий на воду не может обойтись без частичных потерь ее объема. Эти потери составляют 3-5% от всего объема, используемой в оборотной системе воды, и восполняется путем подачи свежей воды из водного источника в бассейн с отработанной охлажденной водой. [3].

Установка оборотного водоснабжения характерна для промышленных предприятий и служит важным показателем технического уровня предприятия.

На предприятии ТОО «Компания Нефтехим LTD» используют оборотную систему водоснабжения, так как данная система имеет ряд неоспоримых достоинств. Достоинство заключается в том, что установка оборотного водоснабжения уменьшает количество сбрасываемых сточных вод и потребность в воде самого предприятия. А такие недостатки, как коррозия на теплообменных аппаратах решают на данном предприятии с помощью использования противонакипного оборудования Гидрофлор.

2 Оборудование, применяемое для водоочистки и водоснабжение промышленного производства

2.1 Виды охладителей

В системах производственного оборотного водоснабжения большое место занимают различные типы охладителей. Наиболее широко используются градирни, брызгальные бассейны, водохранилища-охладители.

Бассейн брызгальный - устройство для охлаждения воды разбрызгиванием её в атмосферном воздухе.

Брызгальные бассейны представляют собой открытые, вытянутые в длину прямоугольные резервуары с водонепроницаемыми днищем и стенками. Глубина воды в брызгальных бассейнах принимается обычно около 1,5 м. Стенки резервуаров чаще всего устраивают наклонными. Обычно применяются для понижения температуры воды, отводящей тепло от компрессоров, теплообменных аппаратов, трансформаторов и т.п. в системах оборотного (циркуляционного) водоснабжения промышленных предприятий. Охлаждение происходит в основном за счёт испарения части распылённой воды (испарение 1% воды понижает её температуру примерно на 6 °С). Для создания необходимой поверхности контакта с воздухом вода в Б. б. разбрызгивается с помощью сопел, располагаемых на высоте 1—1,5 м над уровнем воды в бассейне. Избыточное давление воды в трубопроводах перед соплами 50—70 кг/м² (0,5—0,7 кгс/см²). Тип и число сопел и размеры брызгального бассейна в плане выбираются в зависимости от количества охлаждаемой воды. По сравнению с градирнями брызгальные бассейны просты в строительстве и эксплуатации. Однако они обладают сравнительно небольшой удельной охлаждающей способностью, в значительной мере зависящей от скорости и направления ветра. [4].

Водоохранилища-охладители по назначению, расположению и условиям питания разделяются на следующие группы:

- регулирующие водохранилища на водотоках, используемые не только для охлаждения циркуляционной воды, но и для сезонного или многолетнего регулирования стока;

- водохранилища-охладители на водотоках без регулирования стока, сооружаемые лишь для создания поверхности, достаточной для охлаждения циркуляционной воды;

- водохранилища-охладители на естественных озерах и прудах;

-наливные водохранилища, сооружаемые вне водотока, с подпиткой из ближайших рек.

Свободная поверхность водохранилища-охладителя не вся одинаково эффективно участвует в отдаче тепла, поступающего с нагретой циркуляционной водой. Количество тепла, отводимого с единицы площади того или иного участка поверхности водохранилища, зависит от температуры воды на этом участке. Поэтому при термическом расчете водохранилища-охладителя необходимо представить картину распределения температур по его поверхности; следовательно, необходимо составить схему распределения потока теплой воды от точки ее сброса до места ее приема. [5].

Градирни используются в системах оборотного водоснабжения, требующих устойчивого и глубокого охлаждения воды, и, как правило, проектируются по типовым и индивидуальным проектам, разработанным специализированными организациями.

Охлаждающий эффект градирен возрастает с увеличением контакта воды с воздухом, который достигается различными способами.

По принципу охлаждения воды градирни могут быть:

- испарительными;
- поверхностными.

По способу подвода воздуха к охлаждаемой воде испарительные градирни подразделяют на три основные группы:

- открытые или атмосферные, поступление воздуха в которые происходит продувкой их ветром и естественной конвекцией;
- башенные имеющие естественную тягу воздуха за счет разности плотностей наружного воздуха и нагретого влажного воздуха внутри градирни;
- вентиляторные, движение воздуха в которых происходит за счет тяги, создаваемой вентиляторами.

К поверхностным относятся радиаторные (так называемые «сухие» градирни), охлаждение воды в которых происходит через стенку радиаторов. Движение воздуха в этих градирнях обеспечивается либо вентиляторами, либо за счет тяги, создаваемой башней.

Большинство испарительных градирен, несмотря на разнообразие конструкций, имеют ряд общих элементов. К ним относятся: водораспределительные системы, оросительные устройства, водоуловители, сборные резервуары. [6].

2.2 Градирни

Градирни используются в системах оборотного водоснабжения, требующих устойчивого и глубокого охлаждения воды, и, как правило, проектируются по типовым и индивидуальным проектам, разработанным специализированными организациями.

Охлаждающий эффект градирен возрастает с увеличением контакта воды с воздухом, который достигается различными способами.

По принципу охлаждения воды градирни могут быть:

- испарительными;
- поверхностными.

По способу подвода воздуха к охлаждаемой воде испарительные градирни подразделяют на три основные группы:

- открытые или атмосферные;
- башенные;
- вентиляторные.

Открытые или атмосферные градирни используют силу ветра и естественное движение воздушных масс при движении через башню. Преимущества заключаются в том, что практически отсутствуют энергозатраты. А недостатками являются медленное охлаждение воды и большие размеры градирни. [7].

Башенные градирни (рис.1) – это те, в которых тяга воздуха создается при помощи специальной конструкции башни и ее высоты. Преимущество – небольшие энергозатраты, а недостатки – медленное охлаждение воды.

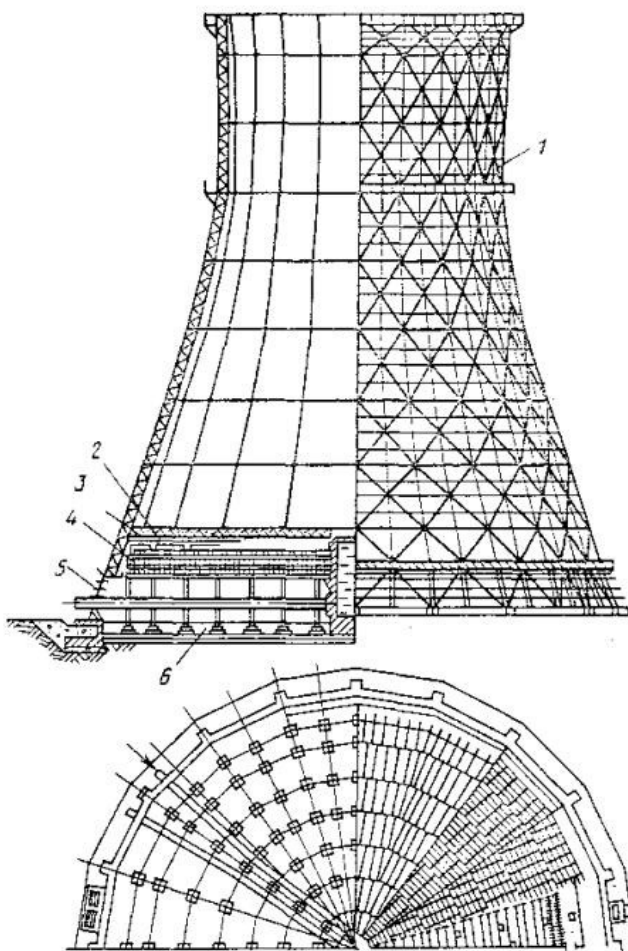


Рисунок 1. Башенная градирня

1 - вытяжная башня; 2 - водоуловитель; 3 - водораспределительная система; 4 - оросительное устройство; 5 - воздухорегулирующее устройство; 6 - водосборный бассейн.

В вентиляторных градирнях (рис. 2) подача воздуха осуществляется вентильторами. Несомненным преимуществом является качественное и быстрое охлаждение воды, недостатки – большие энергозатраты. [8].

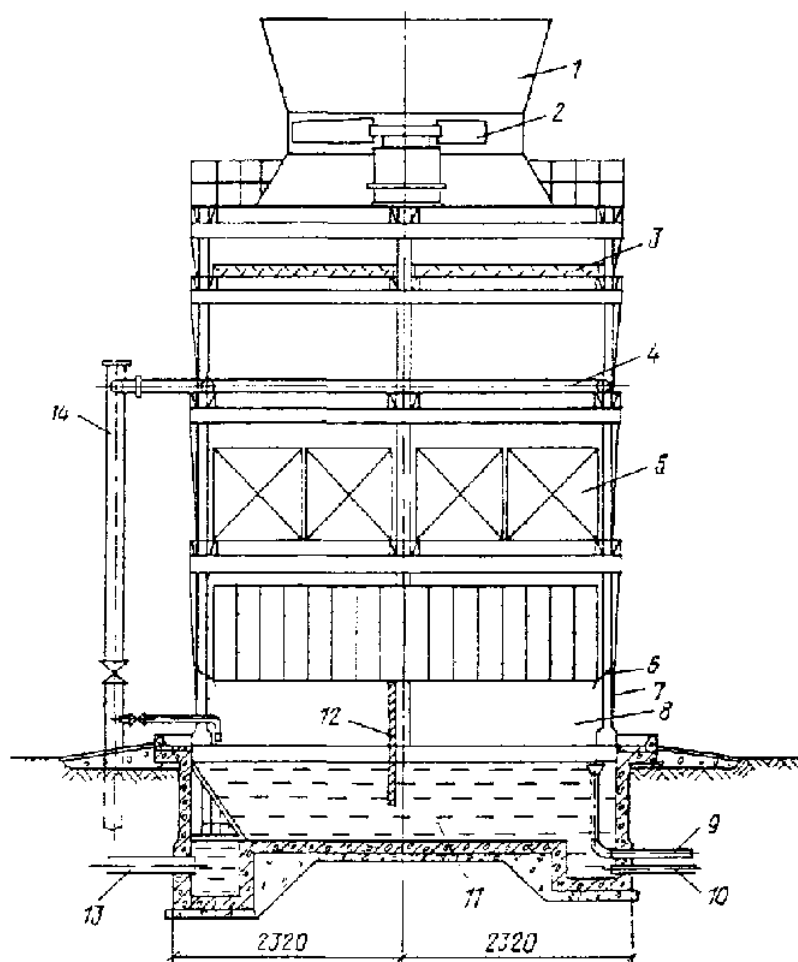


Рисунок 2. Вентиляторная противоточная градирня

1 - диффузор; 2 - вентилятор; 3 - водоуловитель; 4 - водораспределительная система; 5 - оросительное устройство; 6 - воздухонаправляющий козырек; 7 - воздухоходные окна; 8 - воздухораспределительное пространство; 9 - переливной водовод; 10 - грязевой водовод; 11 - водосборный бассейн; 12 - ветровая перегородка; 13 - отводящий водовод; 14 - подводящий водовод.

К поверхностным относятся радиаторные (так называемые «сухие» градирни), охлаждение воды в которых происходит через стенку радиаторов. Движение воздуха в этих градирнях обеспечивается либо вентиляторами, либо за счет тяги, создаваемой башней. [9].

Большинство испарительных градирен, несмотря на разнообразие конструкций, имеют ряд общих элементов. К ним относятся: водораспределительные системы, оросительные устройства, водоуловители, сборные резервуары.

2.3 Вентиляторные градирни

На предприятии ТОО «Компания Нефтехим LTD» используют вентиляторные градирни, как вид охладителя. Используется именно этот тип охладителя, так как по сравнению с другими видами градирен гораздо предпочтительнее, так как в них можно изменять число оборотов или отключать отдельные вентиляторы, и тем самым контролировать температуру охлаждаемой воды. К тому же, вентиляторное сооружение для охлаждения воды в оборотных системах в равных условиях охлаждают воду на несколько градусов ниже, чем все остальные виды градирен. [10].

Вентиляторные градирни применяют в системах оборотного водоснабжения, требующих устойчивого и глубокого охлаждения воды, при необходимости маневренного регулирования температуры охлажденной воды, автоматизации для поддержания заданной температуры охлажденной воды или охлаждаемого продукта, а также при необходимости сокращения объемов строительных работ.

Сооружение вентиляторных градирен дешевле башенных на 50—80% и брызгальных бассейнов на 30—50%. В сравнении с башенными градирнями они работают при более низких напорах воды, однако для привода вентиляторов необходим значительный расход электроэнергии, а сами вентиляторы и их приводы нуждаются в постоянном уходе и ремонте. [11].

По способу подачи воздуха в ороситель вентиляторные градирни бывают двух типов: нагнетательные и отсасывающие. При верхнем расположении вентиляторы отсасывают воздух из градирни, при нижнем - нагнетают. Для градирен используются специальные осевые отсасывающие или нагнетательные вентиляторы. Преимущественное распространение получили градирни с отсасывающими вентиляторами.

При отсасывающих вентиляторах обеспечивается более равномерное распределение воздуха по поперечному сечению в основании градирни, чем при нагнетательных, происходит меньший подсос влажного теплого воздуха, попадающего в градирню через входные окна. [12].

При нагнетательных вентиляторах воздух из градирни выходит со скоростью в 5—6 раз меньшей, чем при отсасывающих вентиляторах; даже слабый ветер способствует задуванию уходящего влажного теплого воздуха вниз, а также к засасыванию его вентилятором, что приводит к резкому ухудшению охлаждающей способности и требуется увеличение размеров градирен. Исходя из этого нагнетательные вентиляторы применяют для градирен с малой площадью орошения. В холодную погоду лопасти нагнетательного вентилятора могут обмерзать в отсасывающих градирнях возможность обмерзания меньше, так как лопасти постоянно омываются теплым воздухом.

Монтаж нагнетательных вентиляторов более прост. Улучшается доступ к ним, проще соединение с электродвигателем, чем у всасывающих вентиляторов. С несущего каркаса градирни снимается нагрузка, исключается вибрация. [13].

При использовании отсасывающих вентиляторов возможно значительное увеличение диаметра рабочего колеса, что позволяет снизить число вентиляторных установок для больших градирен, повысить их экономичность и снизить шум.

В случае установки осевого нагнетательного вентилятора увеличение диаметра рабочего колеса связано с увеличением высоты подачи воды, а следовательно, и расхода электроэнергии на циркуляционные насосы. [14].

Лопастные вентиляторы изготавливают из алюминиевых сплавов, пластмасс, нержавеющей стали и обыкновенной стали с антикоррозионным покрытием.

Регулировку вентиляторов осуществляют изменением числа оборотов с помощью гидромуфт, электромагнитных муфт или двухскоростных многополюсных электродвигателей, поворотом лопастей.

Для охлаждения оборотной воды в количестве 100-10000 м³/ч применяют многосекционные отсасывающие градирни с секциями площадью до 200 м² каждая квадратной или прямоугольной формы. При охлаждении оборотной воды в количествах более 10000 м³/ч применяются отсасывающие градирни площадью орошения 400 м² и более, круглые, квадратные, многоугольные в плане одновентиляторные и секционные.

Схема одновентиляторной градирни площадью 400 м² с вентилятором ИВГ-104 приведена на (рис. 3). Каркас градирен может быть стальным или железобетонным. Для обшивки градирен применяют дерево, асбестоцементные листы, стеклопластик.

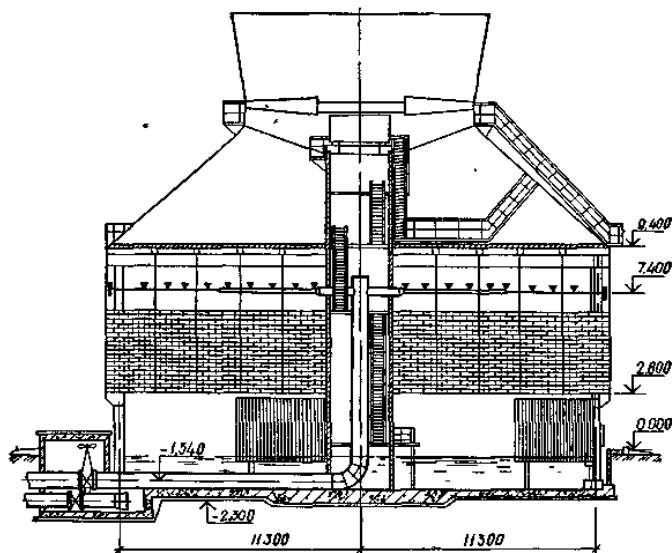


Рисунок 3. Одновентиляторная градирня площадью 400 м²

В градирнях применяют пленочные, капельно-пленочный, капельный и брызгальный оросители с противоточным движением воздуха в них. В южных районах, где нет опасности обмерзания градирен, возможно применение отсасывающих градирен с поперечным движением воздуха в оросителе.

Область применения вентиляторных отсасывающих градирен (рис.4)

определяется следующими параметрами: удельная тепловая нагрузка 90—120 кВт/м²; перепад температуры воды до 25 °С и выше; разность температур охлажденной воды и температуры атмосферного воздуха по смоченному термометру 4—5°С. [15].

Приведенные данные указывают на то, что вентиляторные градирни могут охлаждать воду до более низких температур, чем башенные градирни, и тем более чем брызгальные бассейны и водохранилища-охладители (при равных условиях). Таким образом, для достижения одинакового эффекта охлаждения вентиляторные градирни требуют меньшей площади застройки по сравнению с другими охладителями воды.

Однако вентиляторные градирни имеют один существенный недостаток, который иногда ограничивает их применение (например, в теплоэнергетике); для привода вентиляторов требуется электроэнергия, что приводит к увеличению эксплуатационных расходов. [16].

Для охлаждения воды в количестве от 10 до 800 м³/ч для потребителей, находящихся внутри зданий, применяют нагнетательные вентиляторные градирни с противоточным и поперечным движением воздуха, которые размещают на плоской кровле. Оросители в этих градирнях капельного и пленочного типа выполнены из дерева или пластмассы; каркас градирен — из стали или алюминия-магниевого сплава с асбестоцементной облицовкой. Градирня имеет поддон для сбора охлажденной воды слоем 100—150 мм. Необходимый аварийный запас воды хранится в резервуаре, установленном в здании или вне его.

Градирни допускают плотность орошения от 1,1 до 3,3 кг/(м²·с) в зависимости от требований к температуре охлажденной воды.

При выборе типовых решений градирен пользуются графиками охлаждения, составленными на основе результатов обследований действующих градирен.

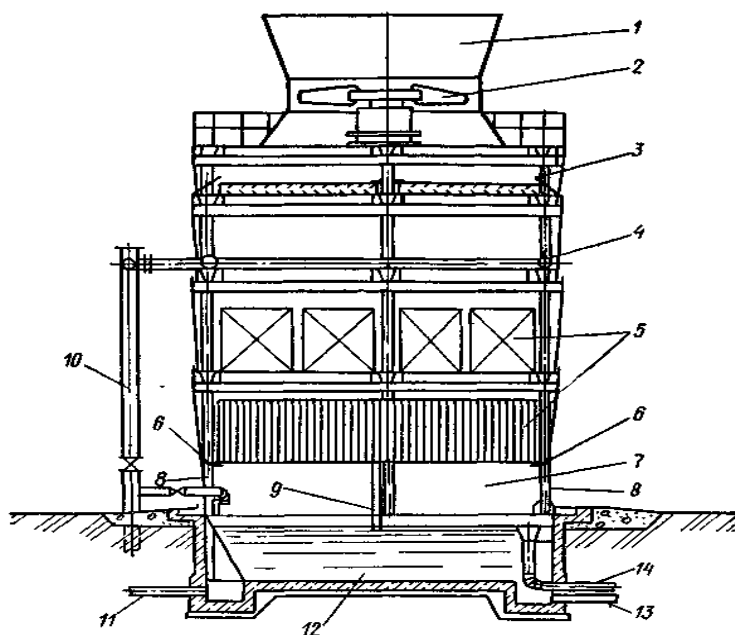


Рисунок 4. Схема вентиляторной градирни с отсасывающим вентилятором

1 — выхлопной патрубок; 2 — вентилятор; 3 — водоуловитель; 4 — водораспределительное устройство (система); 5—оросительное устройство; 6 — воздухонаправляющий козырек; 7 — воздухораспределительное пространство; 8 — воздухоходные окна; 9 — ветровая перегородка; 10 — подводный водопровод; 11 — отводящий водовод; 12 — водосборный бассейн; 13 — грязевой водовод; 14 — переливной водовод.

На предприятии ТОО «Компания Нефтехим LTD» охлаждение оборотной воды проходит на вентиляторной градирне, каждая градирня оборудована осевым вентилятором. Градирня имеет общий бассейн оборотной воды. Водораспределительная система градирни напорная, из стальных труб, с разбрызгивающими соплами из полиэтилена. Для уменьшения выноса воды из градирен через диффузор вентилятора между вентилятором и водораспределительной системой установлены водоулавливающие решетки и каплеотбойники.

2.4 Водораспределительные системы

Водораспределительная система предназначена для равномерного распределения охлаждаемой воды по поверхности орошения градирни, в результате которого создается необходимая поверхность водного потока, определяющая его охлаждающую способность. Распределение воды может осуществляться как по напорной, так и безнапорной схемам. На территории завода ТОО «компания Нефтехим LTD» используется напорная водораспределительная система.

Напорная водораспределительная система представляет собой систему трубопроводов, выполненную из металлических или асбестоцементных труб, которые оборудованы разбрызгивающими соплами. Первая представляет собой систему трубопроводов, выполненную из металлических или асбестоцементных труб, которые оборудованы разбрызгивающими соплами.

Подвод воды в систему напорного водораспределения (рис. 5) осуществляется подводным водоводом 6 к стояку 1, По коллекторам 2 и 3 вода поступает в периферийную и центральную зоны орошения, а затем по распределительным трубопроводам 5 подводится к соплам 4. На концах распределительных линий устанавливают «промывные» сопла 7.

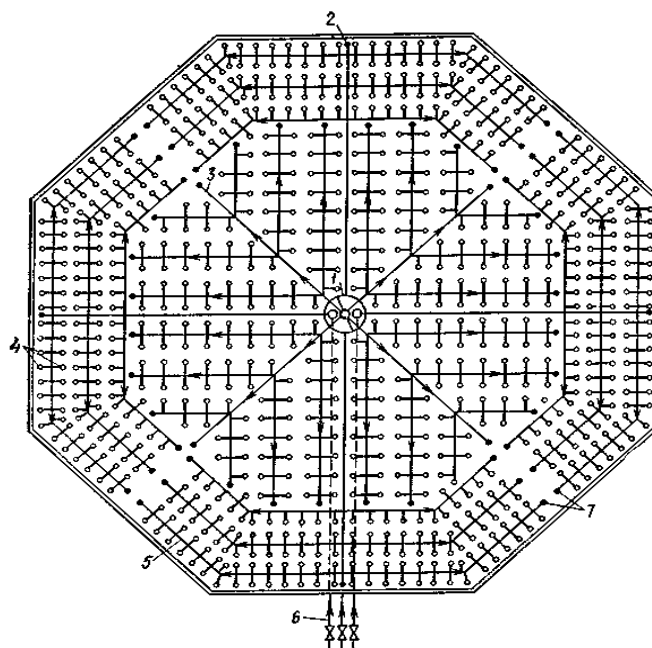


Рисунок 5. Схема напорного водораспределителя

Напор перед соплом поддерживают в пределах 1—3,5 м. Водораспределение осуществляют таким образом, чтобы была возможность отключать отдельные части системы, что необходимо для перераспределения плотностей орошения в зимнее время. С этой целью подводящие трубопроводы с установленными на них задвижками прокладывают в две-три нитки (рис. 5).

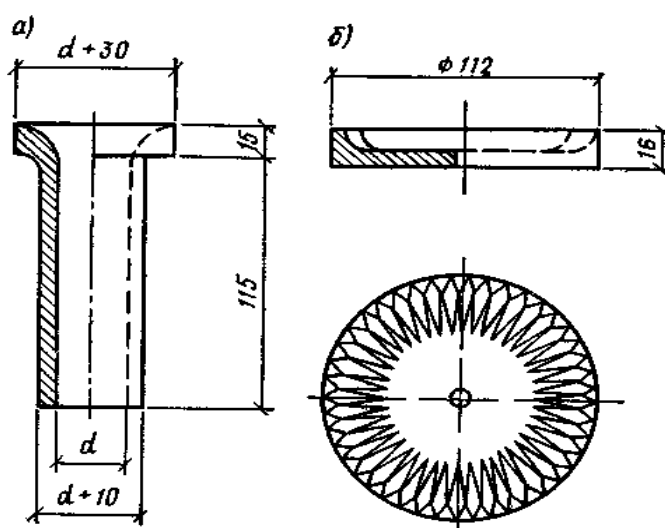


Рисунок 6. Насадок (а) и тарелочка (б) для безнапорных систем водораспределения градирен

При безнапорной системе водораспределения вода к разбрызгивающим

устройствам поступает по лоткам. Разбрызгивание воды в безнапорных системах осуществляется обычно с помощью гидравлических насадок и тарелочек (рис. 6). Тарелочки устанавливаются под соплами.

Напор перед соплом поддерживают в пределах 1—3,5 м.

Водораспределение осуществляют таким образом, чтобы была возможность отключать отдельные части системы, что необходимо для перераспределения плотностей орошения в зимнее время. С этой целью подводящие трубопроводы с установленными на них задвижками прокладывают в две-три нитки. [17].

При безнапорной системе водораспределения вода к разбрызгивающим устройствам поступает по лоткам. Разбрызгивание воды в безнапорных системах осуществляется обычно с помощью гидравлических насадок и тарелочек. Тарелочки устанавливаются под соплами.

Гидравлический расчет напорных систем заключается в определении диаметров труб и напора воды в начале системы. Расчету предшествуют определение типа и размеров разбрызгивающих сопел, их числа, разработка схемы расположения трубопроводов. Скорость движения воды в трубопроводах принимают в пределах 1,5—2,0 м/с. Гидравлический расчет лотков обычно не производят.

Поперечное сечение их устанавливают по расходу сливных трубок или по конструктивным соображениям. Скорость движения воды принимают в магистральных лотках 0,8 м/с и распределительных до 0,4 м/с. [18].

Для обеспечения равномерного распределения воды при гидравлическом расчете систем водораспределения должно выдерживаться условие:

$$(q_{\max} - q_{\min}) / q_{\text{ср}} \times 100 \leq 10\%, \quad (1)$$

где $q_{\max}$, $q_{\min}$, $q_{\text{ср}}$ — соответственно максимальная, минимальная и средняя производительность разбрызгивающих устройств.

С целью интенсификации процесса охлаждения иногда применяют дифференцированное распределение воды с уменьшением плотности дождя к центру, что достигается применением гидравлических насадок или сопел различных диаметров либо изменением расстояния между ними.

Расстояние между тарелочками или соплами определяется из условия равномерного дождя. Для проведения трудоемких гидравлических расчетов совместного действия разбрызгивающих устройств существуют программы расчета на ЭВМ.

В отечественной и зарубежной практике уделяется большое внимание распределительным системам без разбрызгивания воды. Распределение воды без разбрызгивания осуществляется благодаря пуску ее через треугольные лотки с боковыми отверстиями, фильтрации через слой пористого материала, пропуску воды через щели с регулируемой шириной и другое. Эти системы эффективно работают в условиях дефицита свежей воды.

2.5 Оросительные устройства

Направление движения воздуха по отношению к охлаждаемой воде в оросительных устройствах градиент может быть противоточным и поперечным. Оросительные устройства служат для создания необходимой поверхности охлаждения. Они могут быть:

- пленочного типа, теплоотдача в которых происходит главным образом с поверхности капель воды;
- пленочного типа, теплоотдача в которых происходит с поверхности водяной пленки, образующейся на щитах оросительного устройства;
- капельно-пленочного типа, теплоотдача в которых происходит как с поверхности капель, так и с поверхности пленки.

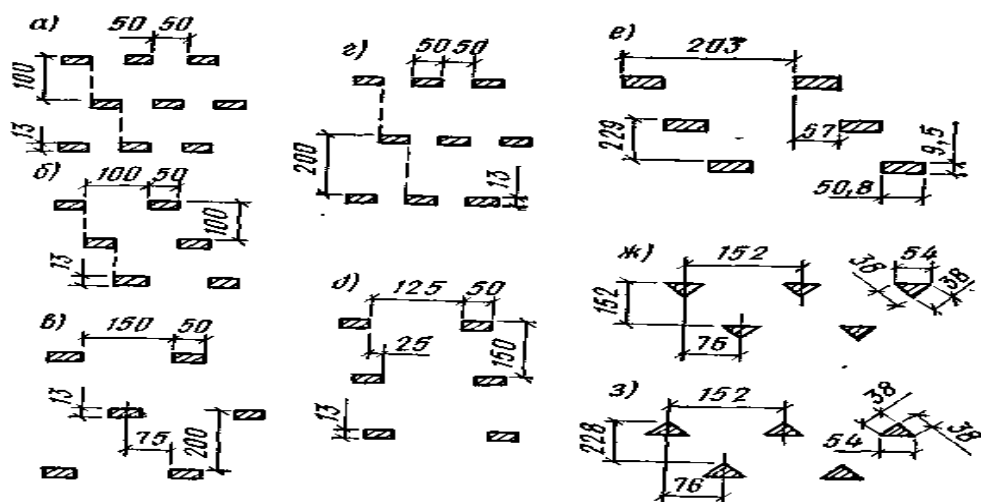


Рисунок 7. Конструкции капельных оросителей из прямоугольных (а-е) и треугольных (ж, з) брусков

Капельный ороситель (рис.7) выполняется из деревянных реек прямоугольного или треугольного сечения, которые располагаются в определенном порядке, обеспечивающем их смачивание охлаждаемой водой и возможно меньшее аэродинамическое сопротивление воздуху. При падении капель с реек верхнего яруса оросителя на нижний образуются факелы мелких брызг, создающие большую поверхность соприкосновения с воздухом, часть воды стекает. Вода при плотности орошения до $1,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$ стекает с одной рейки на другую в виде капель. [19].

Оросители из трехгранных реек имеют хорошие гидравлические и аэродинамические показатели, но сложны в изготовлении. Наиболее широко применяются оросители из прямоугольных брусков.

Пленочный ороситель выполняют из щитов (доски толщиной 10 мм), установленных вертикально или под углом 85° на расстоянии 30-40 мм друг от друга в несколько ярусов (рис. 8). Вода, стекая по щитам, образует пленку

толщиной 0,3—0,5 мм.

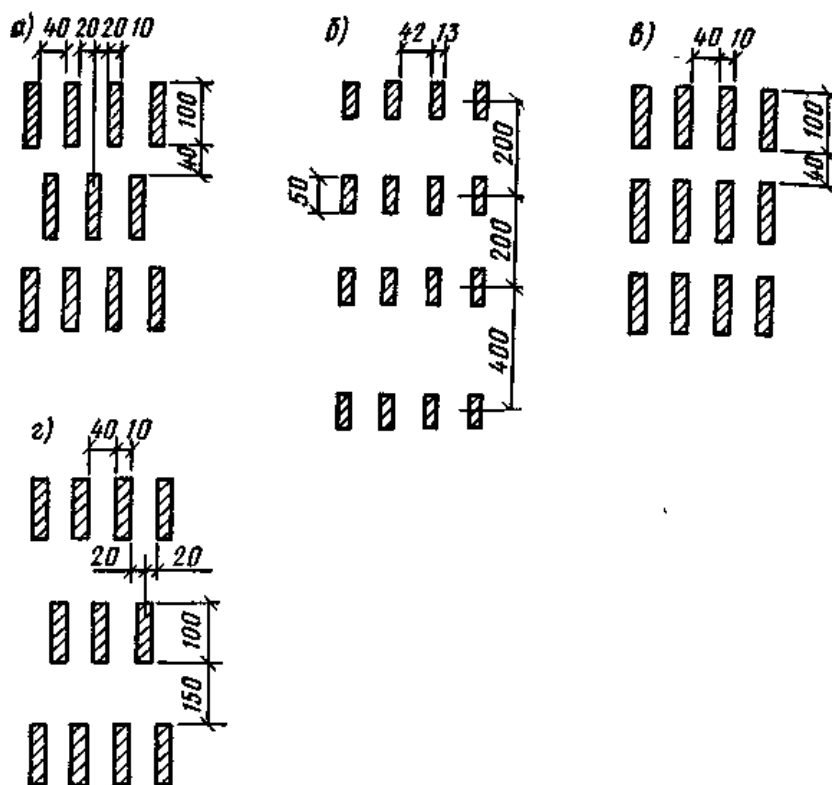


Рисунок 8. Пленочные оросители из деревянных брусков

Пленочные оросители могут выполняться из асбестоцементных листов (рис.9) и полимерных материалов (рис.10). Существуют ячеистые оросители, которые могут выполняться из взаимно перекрещивающихся досок, поставленных на ребро и образующих в плане ячейки. Эти оросители могут быть изготовлены также из пластмассы. [20].

На величину поверхности охлаждения пленочных оросителей сильно влияет смачиваемость щитов. Хорошее смачивание имеют оросители из нестроганных досок и асбестоцемента. Щиты из пластмасс, обладающие гидрофобными свойствами, смачиваются неполностью до момента образования карбонатной пленки.

Капельно-пленочный ороситель выполняют как в виде комбинации из решетки и щитов пленочного типа, так и в виде щитов пленочного типа с увеличенными разрывами между досками.

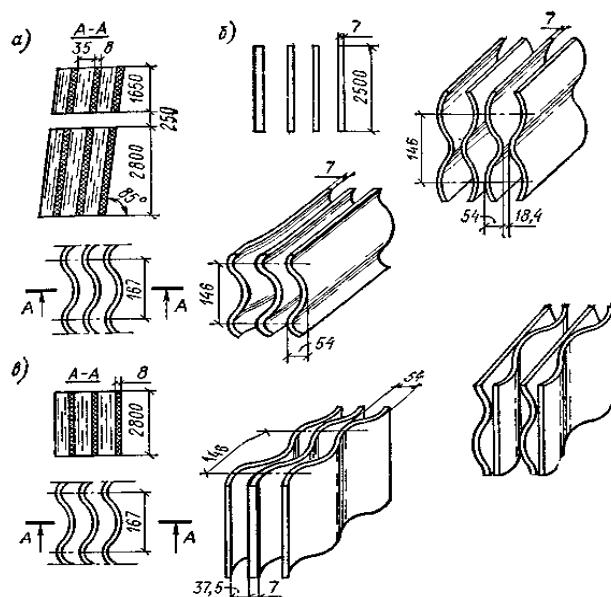


Рисунок 9. Пленочные оросители из асбестоцементных листов

а — асбестоцементные двухъярусные с наклонными листами; б — асбестоцементные двухъярусные с вертикальными листами; в — плоские асбестоцементные листы в один ярус.

При протекании воды с доски на доску образуются факелы разбрызгивания, повышающие теплоотдачу. Оросители этого типа обладают лучшим эффектом охлаждения, чем капельный, но имеют более высокую стоимость, однако эта стоимость ниже стоимости пленочного оросителя. Применение капельно-пленочного оросителя (рис. 11) в совокупности с противоточным движением воздуха позволяет увеличить гидравлическую нагрузку в 1,5—2 раза по сравнению с капельным оросителем, что приводит к повышению производительности градирни. [21].



Рисунок 10. Пленочные оросители из пластмасс

а — сотоблочный; б — из перфорированного листа; в — из гофрированного листа; г — из волнистого листа.

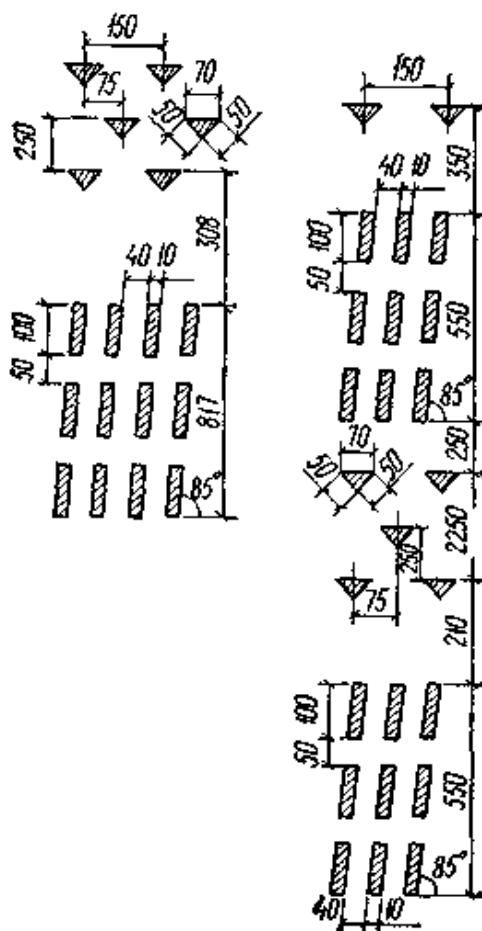


Рисунок 11. Капельно-пленочный ороситель из деревянных брусков

Пленочный ороситель применяют для устойчивого и глубокого охлаждения воды, а также в условиях жаркого климата с расчетной температурой воздуха по влажному термометру выше 21°C . Его использование позволяет уменьшить площадь градирни на 30-40 % по сравнению с капельным оросителем той же производительности что является важным преимуществом при строительстве градирен на застроенной территории. [22].

Выбор типа оросителя зависит также от химико-физического состава охлаждаемой воды. Наличие в воде жиров, смол нефтепродуктов, а также взвешенных веществ препятствует применению пленочных оросителей, так как может происходить засорение пространства между стоящими рядом щитами. В этом случае наблюдается плохая смачиваемость щитов и происходит ухудшение охлаждения воды. В таких условиях применяются капельные оросители или они не применяются вообще.

Плотность орошения для капельных оросителей башенных градирен обычно принимается равной не менее $0,8 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, для пленочных это число составляет $1,4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$.

Для вентиляторных градирен плотность орошения ориентировочно может быть принята: при пленочном оросителе $2,2— 3,3 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$, капельном

оросителе 1,7—2,2 кг/(м²·с) и брызгальном 1,4—1,7 кг/(м²·с).

2.6 Водоуловительные установки

Вынос капель из градирен вызывает потери воды в системах водоснабжения промышленных предприятий, На некоторых предприятиях вынос недопустим по санитарным соображениям и для охраны окружающей среды.

Учитывая, что размеры, мощность и число градирен на промышленных площадках непрерывно возрастают, количество уносимой из них воды весьма велико. С целью уменьшения ее выноса над водораспределителями градирен устанавливают водоуловители, что позволяет снизить вынос воды из градирни до 0,05—0,2 % расхода оборотной воды. [23].

Из применяемых водоуловителей наиболее распространены водоуловители, выполняемые из двух рядов наклонных досок (рис. 12, а) и из волнистых асбоцементных листов (рис. 12, б).

Установка водоуловителя в некоторой степени увеличивает аэродинамическое сопротивление градирен, которое зависит от ряда факторов: степени заполнения живого сечения водоуловителя лопатками, наклона, формы, их взаимного расположения, материала.

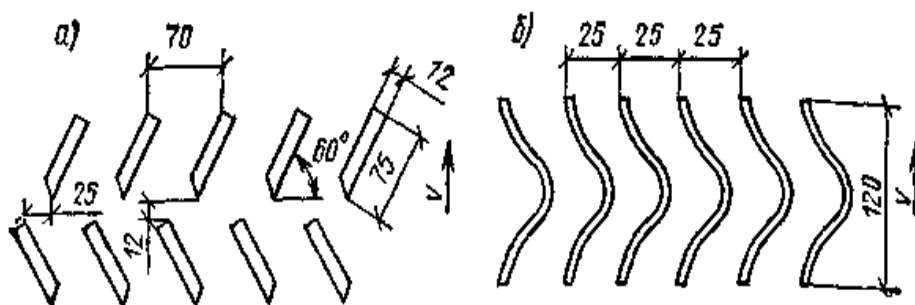


Рисунок 12. Типы водоуловителей для градирен

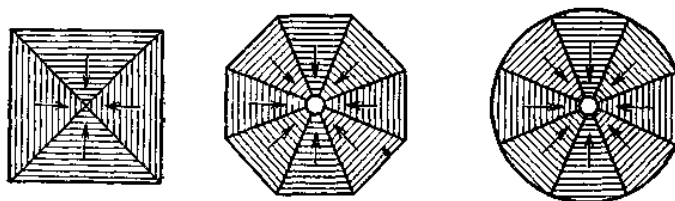


Рисунок 13. Схемы расположения водоуловителей в градирнях (стрелками указано направление наклона лопаток)

Наличие водоуловителя в градирне приводит к неравномерности распределения потока воздуха перед вентилятором, что может привести к снижению КПД вентиляторной установки. На (рис. 13) приведены рекомендуемые схемы расположения водоуловителей, позволяющие выравнивать поток воздуха.

Применение водоуловителей из волнистого полиэтилена позволяет исключить недостатки рассмотренных конструкций. Их аэродинамическое сопротивление ниже сопротивления деревянных и асбестоцементных водоуловителей.

2.7 Противонакипное оборудование

Отложения на стенках теплообменных устройств осадка в виде твердого и трудноудаляемого слоя (накипи) из-за содержания в воде минеральных солей (преимущественно магния и кальция) - наиболее распространенная проблема, с которой сталкиваются в промышленности и в быту. В результате сужения внутреннего диаметра труб и уменьшения теплопроводности ухудшаются условия теплообмена. С течением времени энергетические потери могут составлять 60%. [24].

Проблемы, связанные с образованием накипи решаются с использованием как химических, так и физических (безреагентных) методов (магнитная обработка воды, электромагнитная обработка воды, ультразвуковая обработка воды).

Наиболее известны два вида устройств, применяемые как противонакипное оборудование: гидрофлоу (электромагнитное противонакипное и антикоррозийное устройство) и гмс (гидромагнитная система преобразования солей жесткости).

Отличия ГМС и Гидрофлоу представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная таблица противонакипных устройств

	Гидромагнитная система преобразования солей жесткости	Гидрофлоу-электромагнитное противонакипное и антикоррозийное устройство
1	2	3
Метод воздействия на минеральные соли, растворенные в воде	Магнитное поле, создаваемое высокоэнергетичным и магнитами	Электромагнитный импульс переменной частоты в диапазоне 120-200 кГц создаваемый электромагнитным генератором

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Результат воздействия	В результате создается множество центров кристаллизации, на которых образуются множество микрокристаллов, размером до 50 микрон, которые выносятся водой из системы. Старые отложения размягчаются и также выносятся поток воды.	
Как установить	Врезается в трубопровод	Устанавливается поверх трубопровода, не требуется врезки в трубопровод
Обслуживание	Периодическая очистка	Не требуется

В ходе сравнения, можно сказать, что Гидрофлоу (рис.14) имеет ряд преимуществ, поэтому именно его используют на предприятии.

Устройство Гидрофлоу установлено на линиях оборотной воды: на подаче «прямой» охлажденной воды возле установок производства МТБЭ и полипропилена и на общей обратной линии с установок.

Дальность действия устройства составляет до 2000 метров (по трубе). Гидрофлоу отталкивает растворенные в воде ионы солей жесткости от стенок труб и оборудования, поэтому кристаллизация солей происходит в массе воды, а не на поверхности нагрева.

Применение Гидрофлоу позволяет увеличить межремонтный пробег оборудования до 2-2,5 раз, а сами чистки займут мало времени, так как отложений будет меньше, и они будут менее жесткими.

Принцип действия Гидрофлоу основан на применении управляемого микропроцессором генератора высокочастотных электромагнитных импульсов с переменной частотой 120-200 кГц. [25].

Гидрофлоу использует саму трубу как излучатель электромагнитных импульсов. В результате, в трубе наводится радиальное (направленное от оси трубы к внешней поверхности) электрическое поле. Это поле оттягивает свободные электроны металла от внутренней поверхности трубы к внешней. Тонкий слой металла на внутренней поверхности трубы становится инертным (он обеднен электронами) и приобретает слабый положительный заряд.

Поскольку растворенные в воде ионы солей жесткости (Ca, Mg) тоже имеют положительный заряд, они не только не могут приблизиться к стенам труб, но вынуждены собираться во временные сгустки ближе к ости трубы. Когда в системе возникают условия для кристаллизации, то она происходит не на стенках труб, не на поверхности нагрева, а в массе воды, на этих сгустках. Накипь при этом образуется в виде взвешенных устойчивых микрокристаллов размером около 50 микрон. Эти микрокристаллы уже не прилипают и не осаждаются на дно. Они висят в массе воды и при необходимости могут быть отфильтрованы.

В качестве «строительного материала» для микрокристаллов Гидрофлоу также используют ионы солей существующих отложений. Постепенно, за несколько месяцев, старые отложения удаляются. Удаление отложений происходит плавно, микропорциями, в течении 3-5 и более недель.

Механизм подавления коррозии заключается в том, что гидрофлоу наводит в трубе с растворенными в воде солями радиальное электрическое поле (поперек сечения трубы). Поле оттягивает электроны металла трубы к внешней поверхности трубы. Металл же на внутренней поверхности трубы при этом обеднен электронами, что приводит систему в пассивное состояние.

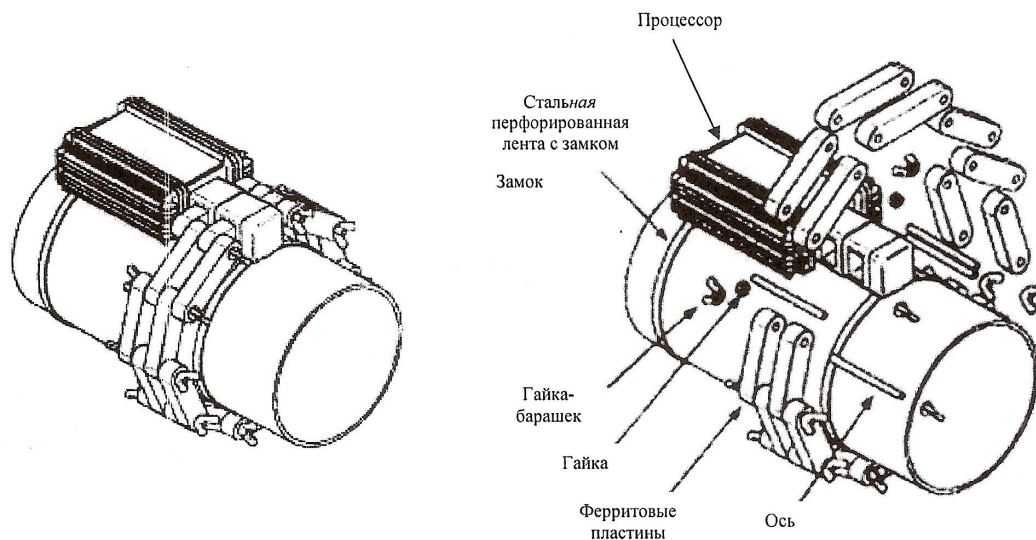
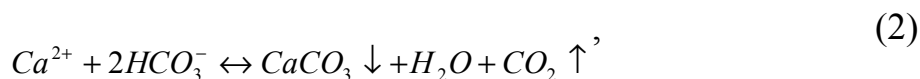


Рисунок 14. Устройство Гидрофлоу

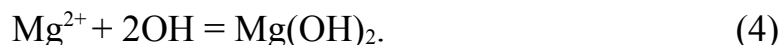
водоснабжения

Требования к качеству охлаждающей воды определяются условиями ее использования в конкретных технологических схемах с учетом специфики производства. Тем не менее, все они сводятся к обеспечению высокоэффективной работы теплообменного оборудования, инженерных сооружений и коммуникаций, входящих в состав оборотного комплекса. Для успешной реализации этой задачи необходимо осуществлять проведение таких водных режимов, при которых на поверхности охлаждающих элементов и в самой системе практически не должно возникать активных коррозионных процессов и образования каких-либо солевых, механических и биологических отложений. В противном случае нарушаются нормальные условия теплопередачи, вызывающие снижение производительности основных технологических потоков и оборудования, а также качества вырабатываемой продукции; увеличиваются энергетические затраты циркуляционных насосных станций на преодоление дополнительных гидравлических сопротивлений в охлаждающих контурах; резко ухудшаются эксплуатационные характеристики оборотных систем; происходит разрушение конструкционных материалов. [26].

Водный режим оборотных систем существенно отличается от режима прямоточных систем. Многократный нагрев оборотной воды и ее последующее охлаждение в градирнях и брызгальных бассейнах приводит к потерям равновесной углекислоты и отложению на поверхности теплообменников и холодильников главным образом кальциевых карбонатных отложений в соответствии с реакцией:



Растворимость карбоната магния значительно больше, чем карбоната кальция, и поэтому $MgCO_3$ входит в состав накипи в незначительном количестве в результате соосаждения с $CaCO_3$. Однако при обработке добавочной воды известью с целью ее умягчения при значениях $pH > 10$ в результате гидролиза образуется малорастворимое соединение — гидроокись магния:



Природные воды, используемые в схемах технического водоснабжения, в которых не происходит выпадения солей карбонатной жесткости при температуре 40-60°C принято называть термостабильными. Для оценки термостабильности оборотной воды применяют шестибальную шкалу.

Практически карбонатная жесткость термостабильных вод не превосходит 2—3 мг·экв/л для оборотного водоснабжения и 4 мг·экв/л — для прямоточного.

Ограниченно термостабильные — природные воды, вызывающие карбонатные отложения только по мере накопления солей кальция в результате упаривания, имеют карбонатную жесткость не более 4 мг·экв/л. [27].

Нетермостабильные — воды с карбонатной жесткостью свыше 4 мг·экв/л, у которых при относительно небольшом нагревании сразу же наблюдается выпадение CaCO_3 .

При работе оборотных систем с ограниченными добавками подпиточной воды, а, следовательно, при больших коэффициентах концентрирования солей содержание сульфата кальция достигает предела растворимости в циркуляционной воде, и он в зависимости от температуры воды и наличия в ней определенных примесей может выпадать из раствора в виде дигидрата $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ и ангидрита CaSO_4 .

Скорость отложения карбоната кальция и других солей не должна превышать соответствующих пределов, поэтому требуется ограничить карбонатную жесткость и содержание сульфатов в виде расходуемой на подпитку охлаждающих оборотных систем. Кроме того, в оборотной и добавочной воде лимитируется концентрация взвешенных веществ, так как взвешенные вещества могут формировать в теплообменниках слой отложений, снижая, таким образом, коэффициент теплопередачи. При скорости движения жидкости 1 м/с и концентрациях грубодиспергированных примесей в оборотной воде 150 мг/л и 1000 мг/л коэффициент теплопередачи снижается соответственно на 20 и 35 %. В свою очередь, увеличение скорости движения воды в трубках теплообменных аппаратов приводит к уменьшению интенсивности образования механических отложений. По некоторым данным, минимальная самоочищающая скорость движения жидкости, обеспечивающая вынос и транспортирование механических примесей (песка, накипи и других взвесей) крупностью 0,1-4 мм из охлаждаемых элементов, составляет 0,01-0,5 м/с. При наличии в оборотной воде окалина скорость циркуляционного потока должна быть не менее 0,8-1 м/с. [28].

Источником загрязнений оборотной воды взвешенными веществами являются неосветленные воды поверхностных водоемов, вторичные продукты деструкции коррозионных и карбонатных отложений, биообрастаний, а также пыль минерального и органического происхождения, проникающая в охладители из атмосферного воздуха. Концентрация пыли в воздухе зависит от регионального фактора, степени загрязненности воздуха выбросами промышленных предприятий, почвенно-климатических условий, скорости ветра и т. д. Концентрацию взвешенных веществ, вносимых в оборотную воду из воздуха, возможно, прогнозировать исходя из формулы:

$$\Delta C = K C_{\text{воз}} \quad (5)$$

где ΔC — прирост концентрации взвешенных веществ в оборотной воде при прохождении ее через градирню, г/м³;

$C_{\text{воз}}$ — запыленность атмосферного воздуха, мг/м³;

K — эмпирический коэффициент, изменяющийся в пределах 0,93—1,45 при плотности орошения от 10 до 6 м³/(м²·ч).

Взвешенные вещества, например, такие, как песок, осаждаются в пазухах холодильников, забивают трубную систему теплообменников, отлагаются на отдельных участках коммуникаций, а мелкодисперсные включения, входящие в состав карбонатных и сульфатных отложений, вызывают повышение их прочностных характеристик.

Итак, допустимая концентрация взвешенных веществ в циркуляционной воде зависит от гидравлической крупности частиц и от скорости движения воды в теплообменных аппаратах. Исходя из требований по содержанию взвешенных веществ, предъявляемых к качеству оборотной воды, можно определить их максимально допустимую концентрацию в подпиточной воде и таким образом установить оптимальное количество механических примесей, подлежащих выводу из системы. [29].

Накопление взвешенных веществ в холодильниках и коммуникациях наблюдается также при развитии биологических обрастаний, которые аккумулируют механические примеси, находящиеся в оборотной воде.

На предприятии ТОО «Компания Нефтехим LTD» контролируют качество воды. Этот процесс происходит с помощью лабораторных анализов.

Требования распространяются на:

- речную воду с ТОО «ПНХЗ», направляемую в качестве подпитки в блок оборотного водоснабжения (БОВ);
- воду, которая подвергается динамическому осветлению, то есть очищенную воду;
- охлажденную оборотную воду.

Температура горячей оборотной воды, поступающая с технологических установок завода должна быть не выше +45⁰С, а охлажденная вода должна не превышать 19-25⁰С. Также контролируется общее солесодержание, прозрачность воды, количество нефтепродуктов, взвешенных веществ, содержание железа, сульфатов, хлоридов перманганатная окисляемость.

Данные представлены в таблицах 2, 3, 4.

Таблица 2 – Аналитический контроль воды речной на подпитку БОВ с ТОО «ПНХЗ»

Анализируемый продукт	Контролируемые показатели	Норма
Вода речная на подпитку БОВ	Общее солесодержание, мг/дм ³	500
	Нефтепродукты, мг/дм ³	5
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	25

Таблица 3 – Аналитический контроль очищенной воды (осветленной)

Анализируемый продукт	Контролируемые показатели	Норма
Очищенная вода	Сульфаты, мг/дм ³	150
	Хлориды, мг/дм ³	20
	Прозрачность, см	Не менее 25
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Менее 3
	Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	50% от исходного содержания
	Железо, мг/дм ³	50-70% от исходного содержания
	Нефтепродукты, мг/дм ³	60-70% от исходного содержания
	рН	5,5-7,5
	Общее солесодержание, мг/дм ³	50% от исходного содержания

Таблица 4 – Аналитический контроль охлажденной оборотной воды

Анализируемый продукт	Контролируемые показатели	Норма
Охлажденная оборотная вода	Сульфаты, мг/дм ³	150
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	Менее 3
	Железо, мг/дм ³	По факту
	Нефтепродукты, мг/дм ³	5

4 Методы интенсификации в процессе осветления воды

В реках и других водоемах происходит естественный процесс самоочистки воды. Однако он протекает медленно. Пока промышленно-бытовые отходы были невелики, реки сами справлялись с ними. В наш индустриальный век в связи с резким увеличением отходов водоемы уже не справляются со столь значительным загрязнением.

Методы очистки можно разделить на механические, химические, физико-химические и биологические, когда же они применяются в совокупности, то такой метод очистки называется комбинированным. Применение того или иного метода очистки в каждом конкретном случае определяется характером загрязнений и степенью вредности примесей. [30].

Сущность механического метода состоит в том, что из речной воды путем отстаивания и фильтрации удаляются механические примеси. Грубодисперсные частицы в зависимости от размеров улавливаются решетками, ситами, песколовками, септиками, а поверхностные загрязнения – нефтеловушками, бензомаслоуловителями, отстойниками и другие. Механическая очистка позволяет выделять из бытовых сточных вод до 60-75% нерастворимых примесей, а из промышленных до 95%.

Химический метод заключается в том, что в воду добавляют различные химические реагенты, которые вступают в реакцию с загрязнителями и осаждают их в виде нерастворимых осадков. Химической очисткой достигается уменьшение нерастворимых примесей до 95% и растворимых до 25%.

При физико-химическом методе обработки из оборотной воды удаляются тонкодисперсные и растворенные неорганические примеси и разрушаются органические и плохо окисляемые вещества. Чаще всего из физико – химических методов применяется коагуляция, флокуляция, окисление, сорбция, экстракция и так далее. Широкое применение находит электролиз. Он заключается в разрушении органических веществ в воде и извлечении металлов, кислот и других неорганических веществ. Электролитическая очистка осуществляется в особых сооружениях – электролизерах. Очистка оборотной воды с помощью электролиза эффективна на свинцовых и медных предприятиях, лакокрасочных и некоторых других областях промышленности. [31].

Также очистку проводят с помощью ультразвука, озона, ионообменных смол и высокого давления.

Среди методов очистки оборотной воды большую роль имеет биологический метод, основанный на использовании закономерностей биохимического и физиологического самоочищения рек и других водоемов.

Большим разнообразием отличаются требования к качеству воды производственно – технических целей, они зависят от специфики производственных особенностей технологического процесса. На производстве воду используют для технологических целей в качестве реагента, для

приготовления растворов суспензий, а также в качестве теплоносителя в энергетике для питания парогенераторов и парокотлов атомных электростанций, для охлаждения различного технологического оборудования. Если вода используется для технологических целей, то чем чище производимый продукт, тем меньше посторонних примесей должно содержаться в очищенной воде. Охлаждающая вода не должна содержать солей карбонатной жесткости, которые образуют осадки на теплопередающих поверхностях и ухудшают теплообмен.

Коагулянты и флокулянты применяются в основном для очистки сточных и природных вод от взвешенных и коллоидно – дисперсных веществ. При этом сразу снижается цветность, бактериальная загрязненность, а в отдельных случаях запахи и привкусы воды.

В технологии химической обработки воды для удаления из нее дисперсных и органических примесей используют три основных процесса отделения твердой фазы: осаждение в отстойниках, осветление во взвешенном слое и фильтрование во взвешенном слое через зернистую загрузку. Для ускорения и повышения эффективности этих процессов в последнее время широко применяются анионные, катионные и неионные высокомолекулярные соединения (ВМС).

Применение флокулянтов на станциях обработки воды позволяет ускорить формирование и осаждение хлопьев в камерах хлопьеобразования и отстойниках, улучшить осветление воды и скорость ее движения в очистных сооружениях. В осветлителях со взвешенным осадком флокулянты способствуют улучшению концентрации частиц во взвешенном слое, а также уменьшению выноса из него взвешенных веществ. Применение флокулянтов на фильтрах и контактных осветлителях приводит к увеличению прозрачности фильтрата. При внесении небольших доз флокулянтов в воду перед отстойниками и осветлителями их работа в значительной мере интенсифицируется. Применение высокомолекулярных флокулянтов на всех стадиях обработки воды позволяет существенно повысить производительность отдельных сооружений и станций в целом.

Одним из существенных факторов интенсификации процессов очистки воды от коллоидно-дисперсных веществ является применение флокулянтов. Они ускоряют хлопьеобразование гидроксидов алюминия и железа, осаждение хлопьев, увеличивает плотность коагулянта и степень осветления воды. В осветлителях со взвешенным осадком флокулянты способствуют увеличению содержания частиц во взвешенном слое и уменьшению выноса взвесей из него, что стабилизирует работу аппаратов и повышает их производительность. Улучшаются адгезионные свойства коагулированной взвеси и фильтрата (очищаемой воды), увеличивается скорость фильтрования, сокращается расход воды на промывку, повышается грязеемкость фильтратов, а также увеличивается производительность отстойников, осветлителей, фильтратов.

5 Сущность технологического процесса

На предприятии ТОО «Компания Нефтехим LTD» существует блок оборотного водоснабжения, необходимый для охлаждения горячей оборотной воды, поступающей с технологических установок завода.

На данном предприятии предъявляются требования к качеству охлаждающей воды. Они необходимы для обеспечения высокоэффективной работы теплообменного оборудования. Поэтому контролируются такие водные показатели, как взвешенные вещества, солесодержание, перманганатная окисляемость, содержание железа, сульфато, хлоридов и нефтепродуктов, показатели pH, прозрачность воды.

До усовершенствования технологий очистки оборотной воды сущность процесса состояла в том, что речная вода с ТОО «ПНХЗ» поступает в отстойник, где отстаивается, далее поступает в бассейн градирни, откуда идет на охлаждение установок. Отработанная горячая вода с технологических установок поступает в трубную водораспределительную систему градирни для охлаждения. Так как температура воды с установок составляет 40-42°C, она достаточно быстро испаряется, поэтому для подпитки системы оборотной воды используют речную воду с ТОО «ПНХЗ».

То есть, оборотная вода используется в замкнутом цикле.

При необходимости, то есть при загорании уровня «низкий» производится подпитка речной воды с ТОО «ПНХЗ».

Очистка природных и сточных вод тесно связана с охраной окружающей среды и является актуальной проблемой современности. В последние десятилетия отмечено значительное повышение в водах открытых водоемов содержания тяжёлых металлов, нефтепродуктов, трудноокисляемых органических соединений, синтетических поверхностно-активных веществ, пестицидов и других загрязнений вследствие сброса промышленными и коммунальными предприятиями недостаточно очищенных сточных вод.

Несмотря на большое число разработок проблему очистки природных и сточных вод нельзя считать решенной. Это вызывает необходимость совершенствования технологии очистки воды, которая существенно зависит от интенсификации реагентной и, в частности, флокуляционной её обработки. Для этих целей используются водорастворимые высокомолекулярные соединения, среди которых наиболее распространенными и универсальными являются полиакриламидные флокулянты. В результате их применения достигается эффективность удаления взвешенных веществ более чем на 90%, содержание железа уменьшается на 30-50%, содержание нефтепродуктов на 60-70% и т.д.

Предыдущий метод очистки воды был не настолько эффективен, поэтому был предложен новый метод.

Для улучшения процесса очистки воды в технологический процесс было введено устройство для осветления воды. В качестве устройства выступает динамический осветлительный фильтр (ДОФ). В результате его введения сущность технологического процесса была изменена.

Речная вода с ТОО «ПНХЗ» поступает в ёмкость, где отстаивается. В результате усовершенствования технологического процесса далее вода подвергается осветлению и удалению из нее примесей, находящихся в коллоидно-дисперсном состоянии.

Далее исходная вода скважинными насосами сырой воды подаётся в напорную контактную ёмкость под напором 0,6 МПа, в которой протекает процесс контактной коагуляции. В магистраль подачи исходной воды из реагентного хозяйства коагулянта дозируется 3-6%-ный раствор для дестабилизации коллоидной системы. Дозирование раствора коагулянта, пропорционально расходу обрабатываемой воды, производится в автоматическом режиме из ёмкостей раствора коагулянта с помощью насосов - дозаторов с частотными приводами (1 рабочий, 1 резервный). В качестве коагулянта используется технический очищенный алюминия сульфат.

После контактной ёмкости для интенсификации процесса коагуляции в магистраль из реагентного хозяйства флокулянта (поз.6, 1 шт.) дозируют 0,05-0,1%-ный раствор, который способствует связыванию мелких коллоидных частиц в агломераты, тем самым противодействуя выносу мелких частиц в обработанную воду и увеличивая скорость

хлопьеобразования. Дозирование флокулянта производится в автоматическом режиме из станции приготовления флокулянта с помощью насосов-дозаторов с частотными приводами (1 рабочий, 1 резервный). В качестве флокулянта используется PRAESTOL 650BC.

Под напором насосов сырой воды обработанная вода поступает на очистку в динамические осветлительные фильтры. Для очистки 75 м³/ч исходной воды установлены три динамических осветлительных фильтра диаметром 1500 мм, которые находятся в постоянной работе. В период взрыхляющей промывки одного из фильтров в работе остаются два фильтра.

Рабочий цикл фильтров заканчивается по достижении одного из заданных показателей:

- разности давлений воды в одной из камер фильтра или осветления определённого количества
- воды за фильтроцикл.

По окончании рабочего цикла фильтр отключается от рабочих магистралей для промывки фильтрующей загрузки и удаления задержанных механических примесей исходной воды. Промывка производится сжатым воздухом и водой в противоположном направлении до посветления сбрасываемой в дренаж промывочной воды.

Подача сжатого воздуха для взрыхления динамических осветлительных фильтров с производительностью от 90 до 100 м³/ч с давлением не менее 4 атм осуществляется от действующего производства завода. [32].

Для операции промывки используется сырая вода от насосов собственных нужд.

Отвод шламовых промывных вод, образующихся в результате промывки динамических осветлительных фильтров, организован в колодец промышленно-

ливневой канализации (ПЛК), принадлежащий ТОО «ПНХЗ». Шламовые промывные воды в среднечасовом количестве 4,43 м³/ч отводятся в ПЛК под остаточным напором скважинных насосов собственных нужд.

Динамические осветлительные фильтры имеют секционное подключение к рабочим магистралям.

Предусмотрен следующий автоматический контроль показателей качества воды:

- кондуктометр на магистрали исходной воды;
- рН-милливольтметр на магистралях исходной и очищенной воды.

Объём ручного контроля и его периодичность устанавливаются в процессе пусконаладочных работ.

Для контроля производительности устанавливаются расходомерные устройства на следующих магистралях и трубопроводах:

- магистраль исходной воды;
- магистраль собственных нужд;
- трубопровод очищенной воды трубопроводной обвязки динамических осветлительных фильтров.

И далее очищенная вода используется в качестве подпитки в БОВ.

Процесс очистки воды осуществляется в две стадии:

- 1 стадия – контактная коагуляция;
- 2 стадия – динамическое осветлительное фильтрование.

Для осветления воды, а также для удаления из воды примесей, находящихся в коллоидно – дисперсном состоянии, применяется специальный метод обработки воды, называемый коагуляцией.

Коагуляция – процесс, при котором происходит понижение степени дисперсности коллоидно – растворенных примесей в результате агломерации их частиц с образованием макрофазы. По механизму образования твердой макрофазы процесс коагуляции отличается от процесса кристаллизации, при котором также происходит образование твердой макрофазы, но в результате выделения на поверхности кристаллического зародыша отдельных молекул или ионов раствора, последние располагаются в узлах кристаллической решетки, образуя правильный кристалл. При соединении двух коллоидных частиц даже в случае, когда каждая из них обладает кристаллическим строением, единого кристалла не получается. Твердая макрофаза, образующаяся в результате коагуляции коллоидного раствора, называется коагулянтom, который обычно имеет аморфное строение и отличается малой плотностью и механической прочностью.

Эффективными коагулянтами для систем с водной дисперсионной средой являются соли поливалентных металлов (алюминия, железа и др.). В водоподготовке применяют следующие алюминий содержащие коагулянты: сульфат алюминия, оксихлорид алюминия, алюминат натрия и, в гораздо меньшей степени, хлорид алюминия.

Сульфат алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \times 18 \text{ H}_2\text{O}$ – неочищенный технический продукт, представляющий собой куски серовато – зеленоватого цвета,

получаемый путем обработки бокситов, нефелинов или глин серной кислотой. Он должен иметь не менее 9% Al_2O_3 , что соответствует содержанию порядка 30% чистого сульфата алюминия. В нем также содержится около 30% нерастворимых примесей и до 35% воды. [33].

Очищенный сульфат алюминия получают в виде плит серовато – перламутрового цвета из неочищенного продукта или глинозема растворением в серной кислоте. Он должен иметь не менее 13,5% Al_2O_3 , что соответствует содержанию сульфата алюминия-45%. Коагулирующие свойства сульфата алюминия обусловлены образованием коллоидной гидроокиси алюминия и основных сульфатов в результате гидролиза. В процессе коагуляции $\text{Al}(\text{OH})_3$, коллоидные частицы примесей, находящиеся в воде, захватываются и выделяются вместе с гидроксидом алюминия в виде студенистых хлопьев. Гидроокись алюминия имеет повышенную чувствительность к pH и температуре обрабатываемой воды. Изoeлектрические свойства оптимальны при $\text{pH}=5,5-7,5$. При более низких значениях pH образуются более растворимые основные соли, а при более высоких значениях – алюминаты.

Основными потребителями данного коагулянта являются предприятия водоканала, в качестве коагулянта для очистки питьевой воды от механических примесей, то есть для качественной очистки воды. Коагулирующие свойства данного коагулянта позволяют использовать его при химподготовке на теплоэлектростанциях. Также применяют для очистки сточных вод.

Хлорное железо $\text{FeCl}_3 \times \text{H}_2\text{O}$ представляет собой темные металлические блеском кристаллы, очень гигроскопичны, поэтому транспортируются в железных герметичных емкостях. Получают при производстве хлоридов металлов горячим хлорированием руд. Неудобен в транспортировке.

Сульфат закиси железа $\text{FeSO}_4 \times 7\text{H}_2\text{O}$ представляет собой прозрачные зеленовато – голубые кристаллы, легко буряющиеся на воздухе в результате окисления железа (II).

Окисление гидроксида железа (II) образующегося при гидролизе железного купороса протекает медленно, что приводит к неполному его осаждению и неудовлетворительному коагулированию. Поэтому перед вводом железного купороса в воду добавляют известь или хлор, либо два этих реагента вместе, удорожая и усложняя водообработку.

В случае очистки воды коагуляция исходной воды происходит солями железа либо солями алюминия. Но коагуляция солями железа происходит в сочетании с известкованием, а мы используем раствор щелочи для повышения pH исходной воды, поэтому в нашем случае соли железа не рассматриваются. И в качестве коагулянта мы применяем $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$.

Процесс коагуляции происходит в результате нарушения агрегативной устойчивости коллоидной системы. Агрегативная устойчивость коллоидных систем обусловлена тем, что в данном растворе все коллоидные частицы имеют электрический заряд, одинаковый по знаку. Поскольку между частицами с одинаковым по знаку зарядом действуют силы электростатического отталкивания, взаимного соединения таких частиц не происходит.

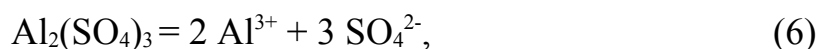
Возникновение электрического заряда коллоидных частиц обусловывается либо адсорбцией ими из раствора ионов одного какого-либо знака заряда, либо отдачей ими в раствор ионов также одного какого-либо знака.

Коллоидная частица по отношению к остальному объему окружающей ее жидкости является отрицательно заряженной. Заряд ζ определяется значением потенциала на границе между адсорбционным и диффузионным слоями. Потенциал движущейся коллоидной частицы относительно окружающего ее объема жидкой фазы получил название электрокинетического или ξ (дзета) – потенциала. ξ – потенциал характеризует агрегативную устойчивость коллоидной системы. Чтобы ее нарушить, необходимо устранить силы отталкивания, действующие между коллоидными частицами препятствующие их соединению друг с другом, т.е. нужно понизить ξ – потенциал. [34].

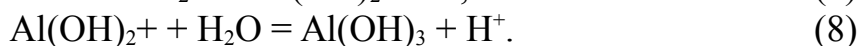
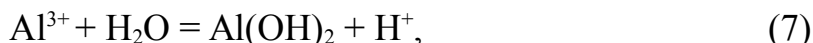
Сущность взаимной коагуляции состоит в том, что к коллоидному раствору, частицы которого имеют отрицательный заряд, добавляют другой коллоидный раствор с положительно заряженными частицами. В результате чего образуется твердая микрофаза. Так как коллоидно-дисперсные примеси природных вод характеризуются отрицательным знаком ξ – потенциала, для их коагуляции применяют коллоидные растворы, имеющие положительный ξ – потенциал. Положительно заряженные коллоидные растворы образуют различные труднорастворимые в воде основные соли и гидроокиси металлов, в частности $\text{Al}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$, $\text{Fe}(\text{OH})_2$. Возникновение положительного заряда этих коллоидов может быть объяснено отдачей ими в раствор в результате диссоциации отрицательно заряженных ионов гидроксила.

При коагуляции воды положительно заряженный коллоидный раствор вводят не в готовом виде, а получают непосредственно в обрабатываемой воде. Так, положительно заряженные коллоидные растворы гидроокисей железа и алюминия получают в результате гидролиза их сернокислых или хлористых солей.

При добавлении к воде сернокислые соли алюминия, как сильные электролиты, полностью диссоциируют:



Ионы Al^{3+} , как катионы слабых оснований, подвергаются гидролизу. Для ионов Al^{3+} реакции гидролиза могут быть записаны следующими уравнениями:



В результате происходит образование труднорастворимой соли $\text{Al}(\text{OH})_3$, которая разрушает электростатическое равновесие коллоидной системы и происходит коагуляция примесей исходной воды.

На протекание процесса коагуляции, то есть полноту выделения мелкодисперсных взвешенных и коллоидных веществ и скорость образования осадка влияют такие факторы как:

- качество исходной воды;
- температура обрабатываемой воды;
- величина рН среды;
- величина дозы коагулянта;
- условия перемешивания воды с коагулянтом;
- применение вспомогательных средств;
- порядок ввода реагентов в обрабатываемую воду.

Высокое солесодержание и наличие взвеси в исходной воде благоприятно для коагуляции коллоидных примесей.

При обработке исходной воды алюминий содержащими коагулянтами для полноты выделения гидроксида алюминия величина рН (в указанных пределах) устанавливается экспериментально для каждого характерного периода года при изменении качества воды в источнике по сезонам. [35].

Оптимальная доза коагулянта зависит от свойств дисперсной системы: температуры, количества взвешенных веществ и коллоидно-дисперсных веществ, значение рН коагулируемой воды. Как правило, доза коагулянта находится в пределах от 0,3-1,5 мг-экв/л, устанавливается экспериментально для каждого водоисточника в зависимости от времени года в лабораторных условиях.

Зависимость концентрации от коагулянта представлен в таблице 5.

Приведенные выше реакции показывают, что при коагуляции щелочность воды понижается, а концентрация свободной в ней углекислоты возрастает. Ввиду этого коагулированная вода должна обладать некоторым минимум щелочности, определяемым выражением:

$$\text{Щ}_{\text{мин}} = d_{\text{коаг}} + 0,4 \text{ мг-экв/кг}, \quad (9)$$

где $d_{\text{коаг}}$ – доза коагулянта, мг-экв/дм³;

Если фактическая щелочность (Щ_0) меньше $\text{Щ}_{\text{мин}}$ необходимо вводить в нее щелочь NaOH в количестве $\text{Щ}_{\text{коаг}} = d_{\text{коаг}} + 0,4 - \text{Щ}_0$.

Доза коагулянта составляет 1,0-1,5 мг-экв/дм³.

Рабочая концентрация раствора коагулянта 3-6%.

Расход коагулянта определяется из следующей формулы:

$$Q_k = \text{Э}_k \times D_k \times Q_{\text{ин}} \times 100 / (C_k \times \rho_k \times 1000) \text{ л/ч}, \quad (10)$$

где Э_k – эквивалентная масса сернокислого алюминия $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$;

D_k – доза коагулянта, мг-экв/дм³;

$Q_{\text{ин}}$ – расход исходной воды, м³/ч;

C_k – концентрация рабочего раствора коагулянта в баке коагулянта;

ρ_k – плотность рабочего раствора коагулянта в баке коагулянта.

Таблица 5 – Зависимость концентрации от коагулянта

№ п/п	Конц ентр ация коаг улян та, %	Плотн ость раство ра коагуля нта, г/см ³	Удельный расход рабочего раствора, л/м ³ при дозе коагулянта, мг-экв/дм ³								
			0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3
1	3	1,030	0,9 2	1,11	1,2 9	1,4 8	1,6 6	1,8 5	2,0 3	2,21	2,40
2	3,2	1,032	0,8 6	1,0 4	1,2 1	1,3 8	1,5 5	1,7 3	1,9 0	2,07	2,24
3	3,4	1,034	0,8 1	1,9 7	1,1 4	1,3 0	1,4 6	1,6 2	1,7 8	1,95	2,11
4	3,6	1,036	0,7 6	0,9 2	1,0 7	1,2 2	1,3 8	1,5 3	1,6 8	1,83	1,99
5	3,8	1,038	0,7 2	0,8 7	1,0 1	1,1 6	1,3 0	1,4 5	1,5 9	1,73	1,88
6	4,0	1,040	0,6 9	0,8 2	0,9 6	1,1 0	1,2 3	1,3 7	1,5 1	1,64	1,78
7	4,2	1,042	0,6 5	0,7 8	0,9 1	1,0 4	1,1 7	1,3 0	1,4 3	1,56	1,69
8	4,4	1,044	0,6 2	0,7 4	0,8 7	0,9 9	1,1 2	1,2 4	1,3 7	1,49	1,61
9	4,6	1,046	0,5 9	0,7 1	0,8 3	0,9 5	1,0 7	1,1 9	1,3 0	1,42	1,54
10	4,8	1,048	0,5 7	0,6 8	0,7 9	0,9 1	1,0 2	1,1 3	1,2 5	1,36	1,47
11	5,0	1,050	0,5 4	0,6 5	0,7 6	0,8 7	0,9 8	1,0 9	1,1 9	1,30	1,41
12	5,2	1,052	0,5 2	0,6 3	0,7 3	0,8 3	0,9 4	1,0 4	1,1 5	1,25	1,36
13	5,4	1,054	0,5 0	0,6 0	0,7 0	0,8 0	0,9 0	1,0 0	1,1 0	1,20	1,30
14	5,6	1,057	0,4 8	0,5 8	0,6 7	0,7 7	0,8 7	0,9 6	1,0 6	1,16	1,25
15	5,8	1,059	0,4 6	0,5 6	0,6 5	0,7 4	0,8 4	0,9 3	1,0 2	1,11	1,21
16	6,0	1,061	0,4 5	0,5 4	0,6 3	0,7 2	0,8 1	0,9 0	0,9 9	1,07	1,16

Процесс коагуляции происходит в напорной контактной емкости типа НКЕ-1,5-0,6-ОВТ. Емкость предназначена для повышения коагуляционной способности примесей исходной воды, которая обеспечивается за счет длительного контакта исходной воды с реагентом.

В зависимости от факторов, влияющих на протекание процесса контактной коагуляции продолжительность контакта исходной воды и реагента во время обработки должно составлять от 10 до 15 минут. [36].

Раствор коагулянта дозируется перед напорной контактной емкостью в магистраль исходной воды, что способствует дестабилизации коллоидной системы путем нейтрализации сил различной природы (электростатические силы отталкивания, силы молекулярного притяжения), обеспечивающих их устойчивость. Затем обрабатываемая вода под напором 0,6 МПа снизу вверх подается в емкость и равномерно распределяется по площади, что увеличивает время контакта исходной воды и коагулянта, вследствие чего осуществляется полное взаимодействие коагулянта с примесями, находящимися в воде.

Физико – химические показатели коагулянта, а также сводные данные технологического расчета коагулянта представлены в таблице 6 и 7.

Таблица 6 – Физико-химические показатели коагулянта

№ п/ п	Наименование показателя	Показатель
1	Внешний вид	Однородный сыпучий материал с размером частиц не более 20 мм белого цвета. Допускаются бледные оттенки серого, голубого или розового цветов
2	Массовая доля оксида алюминия, % не менее	16
3	Массовая доля нерастворимого в воде остатка, % не более	0,3
4	Массовая доля железа в пересчете на оксид железа (III), не более %	0,02
5	Массовая доля свободной серной кислоты (H ₂ SO ₄), % не более	0,1
6	Массовая доля мышьяка в пересчете на оксид мышьяка (III), не более %	0,0011

Таблица 7 – Сводные данные технологического расчета коагулянта

№ п/ п	Наименование	Единица измерения	Значение
--------------	--------------	-------------------	----------

1	2	3	4	
1.	Применяемый реагент	-	Алюминия сульфат очищенный технический	
2.	Эквивалент безводного реагента	г/г-экв	57,02	
3.	Максимально необходимая доза реагента	мг-экв/дм ³	1,2	
	Производительность обрабатываемой воды	м ³ /ч	75	
4.	Суточный расход товарного реагента	кг/сут	123,2	
5.	Концентрация рабочего расхода реагента	%	3	6
6.	Плотность рабочего раствора реагента	г/см ³	1,030	1,061
7.	Суточный расход рабочего расхода реагента	м ³ /сут	3,99	1,94
8.	Часовой расход рабочего реагента	л/ч	166,3	80,8

Результатом коагуляции воды являются увеличение ее прозрачности и снижение содержания взвешенных веществ, окисляемости, содержания железа, следовательно, эти показатели используются для контроля и оценки коагуляционного процесса.

После контактной емкости в магистраль дозируют флокулянт, который служит для интенсификации процесса коагуляции.

Флокулянты – вещества, увеличивающие размер хлопьев, образовавшихся в ходе коагуляции, и агломерации взвешенных частиц для их механического удаления. [37].

В качестве флокулянтов используются органические и неорганические высокомолекулярные природные и синтетические вещества, достаточно хорошо растворимые в воде.

В зависимости от характера активных групп флокулянта при поляризации они подразделяются на : анионные, катионные, катионно – анионные, неионные флокулянты.

Флокулянты подразделяют на органические и неорганические. Органические в свою очередь подразделяются на : синтетические и природные.

В качестве природных флокулянтов обычно используют крахмал, белковые гидролизные соли, жмыхи и другие.

Из синтетических флокулянтов применяют прежде всего органический полимер полиакриламид (ПАА). Выпускают также флокулянты катионного типа (ВА-2, ВА-3), которые в отличие от флокулянта ПАА (анионного типа) вызывают образование крупных хлопьев без обработки примесей воды коагулянтами. Наиболее распространенными неорганическими флокулянтами

является активированный силикат натрия – активная (активированная) кремниевая кислота.

Крахмал представляет собой смесь двух углеводов: линейного полимера амилозы и сильного разветвленного полимера амилопектина. Выделяют крахмал из клубней картофеля, зерен кукурузы, риса и других растений в виде гранул, не растворимых в холодной воде.

Крахмал относится к флокулянтам анионного типа с небольшим отрицательным зарядом. Флокулирующее действие его усиливается за счет обработки кислотой. Данный тип флокулянта применяют для обработки питьевой воды в США, Германии, Франции, Нидерландах и других странах.

Полиакриламид (ПАА) – белое аморфное вещество, хорошо растворимо в полярных растворителях. ПАА гидролизуется щелочами, водой и кислотами с образованием акриловой кислоты. ПАА относится к полиэлектролитам, которые диссоциируют в воде на высокомолекулярные поливалентные анионы и катионы.

Также известны неорганические полимеры типа полисиликатов. Для наиболее эффективных флокулянтов характера ассиметричная цепочная форма макромолекул.

Природные высокомолекулярные (ВМС) флокулянты имеют большее практическое значение, потому что масштабы производства более масштабны.

Но в большинстве случаев это смеси ряда веществ, обладающих различными свойствами, что осложняет их использование при флокуляции. Синтетические же флокулянты более однородны по своему составу, их активные группы можно подбирать в зависимости от технологических требований производства.

Наиболее широко и активно применяются в промышленности полиакриламидные соединения, которые чаще всего являются катионно – анионными, анионными и катионными.

Катионные флокулянты являются более лучшими по сравнению с другими, так как их действие является более эффективным.

Применение флокулянта на основе полиакриламида (ПАА), как правило, в количестве от 0,3 до 1,0 мг/л приводит к увеличению прозрачности коагулированной воды, к обезвоживанию осадков, к агломерации хлопьев коагулированной смеси и увеличению скорости осаждения осадка.

Сущность процесса флокуляции состоит в том, что ионогенные группы высокомолекулярного флокулянта адсорбируют различные микрочастицы, образующиеся при коагуляции. В результате образуются крупные структурированные хлопья (флоккулы), легко выделяющиеся из воды.

Для интенсификации процесса коагуляции исходной воды применяется флокулянт типа PRAESTOL 650 BC с оптимальной дозой от 0,5 до 1,5 мг/дм³.

Физико – химические показатели флокулянта и сводные данные технологического расчета флокулянта представлены в таблице 8, 9.

Таблица 8 – Физико-химические показатели флокулянта

Наименование	Показатель
Тип активности	Катионитная
Насыпная плотность	570-670
-Вязкость 0,5% раствора	700
Вязкость 0,1% раствора	65
Значение pH 0,1% раствора	7
Диапазон pH применения	1,0-14,0
Молекулярный вес	Около 6
Содержание остаточного мономера	Не более 0,1

Таблица 9 – Сводные данные технологического расчета флокулянта

№ п/ п	Наименование	Единица измерения	Значение
1	2	3	4
1.	Применяемый реагент	-	Флокулянт PRAESTOL 650 BC
2.	Максимальная необходимая доза реагента	мг/дм ³	1

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	
3.	Производительность обрабатываемой воды	м³/ч	75	
4.	Суточный расход реагента	кг/сут	1,8	
5.	Концентрация рабочего раствора реагента	%	0,05	0,1
6.	Суточный расход рабочего реагента	м³/сут	3,6	1,8
7.	Часовой расход рабочего реагента	л/ч	150	75

Расход флокулянта определяется по следующей формуле:

$$\rho = D_{\phi} \times Q_{\text{исх}} \times 100 / (1000 \times C_{\phi}) \text{ л/ч,} \quad (11)$$

где $Q_{\text{исх}}$ – расход исходной воды, м³/ч;

D_{ϕ} – доза, мг/дм³;

C_{ϕ} – концентрация флокулянта, %.

Был выбран именно этот вид, так как были проведены сравнительные испытания флокулянта PRAESTOL 650 BC в сравнении с PRAESTOL 530, PRAESTOL 2530. Результаты показали, что предпочтительным на данный момент является PRAESTOL 650 BC. В частности, его преимущество заключается в более интенсивном уплотнении осадка по сравнению с другими видами, образуя более крупные и тяжелые хлопья.

Флокулянт PRAESTOL 650 BC предназначен для интенсификации процесса коагуляции, уплотнения и обезвоживания осадков.

PRAESTOL 650 BC состоит из высокомолекулярного электролита катионной активности на основе акриламида и катионного сополимера.

Используемые в качестве электролитов химические реагенты снижают электрический потенциал молекул воды, вследствие чего и частицы начинают объединяться друг с другом. Далее флокулянт PRAESTOL 650 BC выступает уже в роли полимера, который объединяет частицы в хлопья- «флоккулы». Благодаря действия PRAESTOL 650 BC, микрохлопья объединяются в макрохлопья, скорость осаждения которых несколько сотен раз выше обычных частиц. Таким образом, воздействие флокулянта PRAESTOL 650 BC способствует интенсификации осаждения твердых частиц. Он способствует связыванию мелких коллоидных частиц в агломераты, тем самым противодействуя выносу мелких частиц в обработанную воду и увеличивая скорость хлопьеобразования.

Процессы коагуляции и фильтрации проходят в напорной контактной емкости.

Напорная контактная емкость (НКЕ) представляет собой однокамерный цилиндрический аппарат с верхним и нижним сферическими днищами, верхним и нижним дренажно – распределительными устройствами, обвязкой трубопроводов, воздушником, пробоотборными точками с манометрами (рис.15).

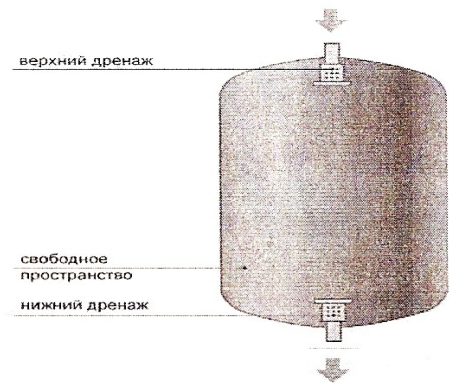


Рисунок 15. Напорная контактная емкость

Принцип работы заключается в том, что в нижнюю сферическую часть подается исходная вода и равномерно распределяется по площади фильтра, что увеличивает время контакта очищаемой воды и коагулянта до 5-6 минут. Вследствие чего осуществляется полное взаимодействие коагулянта с примесями. Затем коагулированная вода отводится из верхней сферы и направляется на динамическое осветление.

Вторая стадия процесса – динамическое осветлительное фильтрование.

Динамическое осветлительное фильтрование представляет собой процесс фильтрации на аппаратах ДОФ (динамический осветлительный фильтр).

Динамический осветлительный фильтр типа ДОФ-1,5-0,6-ОВТ представляет собой вертикальный двухкамерный цилиндрический аппарат, состоящий из следующих основных элементов:

- корпуса;
- нижних и верхних распределительных устройств;
- пробоотборного устройства.

Корпус фильтра - цилиндрический, сварной из листового стали, с приваренными эллиптическими штампованными днищами, со сквозной плоской межкамерной перегородкой. К обечайке фильтра приварены три опоры для установки фильтра на фундамент. Каждая камера фильтра снабжена двумя люками диаметром 600 к 450 мм. Люки предназначены для монтажа верхних и нижних распределительных устройств, загрузки фильтрующего материала, ревизии и ремонта распределительных устройств.

Плоская перегородка, делящая корпус фильтра по высоте на камеры, герметично скреплена сваркой с цилиндрической частью корпуса фильтра. Внутреннее давление в камерах выравнивается за счёт центральной трубы, и все камеры находятся под одним общим давлением.

В каждой камере фильтра имеются присоединительные фланцы для крепления распределительных устройств и внешних трубопроводов к корпусу фильтра. Коллектор нижнего распределительного устройства верхней камеры (динамической осветлительной) крепится к межкамерной перегородке планками, а нижней камеры (механической фильтрации) - планками к днищу фильтра.

Камера динамического осветления (ДО) оборудована верхним дренажно-распределительным устройством типа «копирующего днища» и нижним дренажно-распределительным устройством типа «горизонтального днища».

Камера механической фильтрации (МФ) оборудована верхним дренажно-распределительным устройством типа «стакан в стакане» и нижним дренажно-распределительным устройством типа «копирующего днища».

Нижнее дренажно-распределительное устройство динамической осветлительной камеры предназначено для подвода и равномерного распределения по сечению камеры исходной воды и удаления промывочной воды. Верхнее дренажно-распределительное устройство предназначено для обеспечения равномерного сбора обработанной воды в опускную центральную трубу и отвода воды: в камеру механической фильтрации. В процессе промывки фильтра верхнее дренажно-распределительное устройство выполняет функцию распределения промывочной воды.

Верхнее дренажно-распределительное устройство камеры динамического осветления (рис. 16) крепится к верхнему днищу планками, затем опускной центральной трубой проходит сквозь плоскую межкамерную перегородку и проникает в камеру механической фильтрации. В камере механической фильтрации к центральной трубе крепится дренажно-распределительное устройство, которое является верхним для этой камеры.

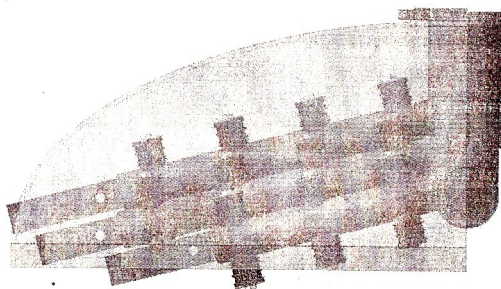


Рисунок 16. Устройство верхнее дренажно – распределительной камеры ДО

Нижнее дренажно-распределительное устройство динамической осветлительной камеры (рис. 17), состоит из коллектора и распределительных труб. От коллектора в горизонтальной плоскости отходят распределительные трубы (лучи) наружным диаметром 63 мм со сквозными отверстиями, в которые вворачиваются двойные полипропиленовые колпачки со щелями, размером 1,5 мм типа DDR-1,5/1,5-63 производства фирмы KSH (Германия).

Нижнее дренажное устройство, а также крепёжные детали его изготавливаются из коррозионностойкой стали.

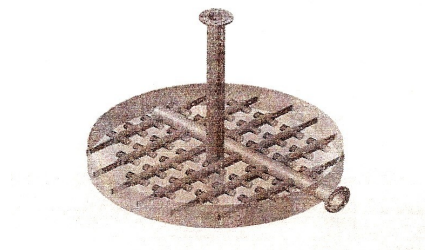


Рисунок 17. Устройство нижнее дренажно – распределительная камера ДО

Верхнее распределительное устройство камеры механической фильтрации (рис.18) предназначено для распределения оборотной воды по сечению камеры фильтра и удаления промывочной воды.

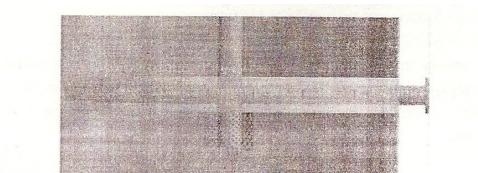


Рисунок 18. Устройство верхнее дренажно – распределительной камеры МФ

Нижнее распределительное устройство камеры механической фильтрации (рис.19) предназначено для обеспечения равномерного сбора очищенной воды и распределения промывочной воды. Места сочленения распределительных труб с коллекторами уплотняются нажимными болтами через специальные полосы, прикреплённые с одной стороны к коллекторам, с другой - к корпусу, и фиксируются прерывистым сварным швом.

Дренажно-распределительное устройство типа «копирующего днища» выполняется следующим образом: в вертикальный стакан с заглушённым верхним концом ввариваются четыре коллектора, которые размещаются максимально приближённо к днищу фильтра под углом к горизонтальной плоскости. От коллектора под углом к горизонтальной плоскости отходят распределительные лучи наружным диаметром 63 мм со сквозными отверстиями, в которые вворачиваются двойные полипропиленовые колпачки типа DDR-0,2/0,2-63 (для камеры МФ) и DDR-0,8/0,8-63 (для камеры ДО) производства фирмы KSH (Германия). Нижнее дренажное устройство, а также крепёжные детали его изготавливаются из коррозионностойкой стали.

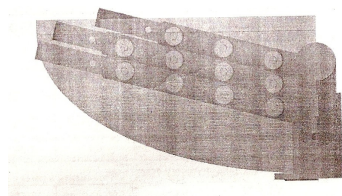


Рисунок 19. Устройство дренажно – распределительной нижней камеры МФ

Штуцеры для загрузки и выгрузки фильтрующих материалов приварены к верхнему и нижнему днищам фильтра, а также к цилиндрической части фильтра на уровне нижнего распределительного устройства камеры динамического осветления и на уровне верхнего распределительного устройства камеры механической фильтрации.

К верхнему эллиптическому днищу приварены две косынки для подъёма корпуса фильтра при транспортировке и установке на фундамент.

Трубопроводы в. запорная арматура, расположенные по фронту фильтра, позволяют переключать все потоки воды в процессе эксплуатации.

Цилиндрическая часть фильтра оборудована смотровыми окнами диаметром 150 мм в верхней камере (динамического осветления) - 4 шт. и нижней камере (механической фильтрации) - 2 шт., служащие для визуального контроля над состоянием фильтрующих материалов во время наладки и эксплуатации. Подсветка смотровых окон производится стационарными электрическими фонарями.

Пробоотборное устройство, размещённое по фронту фильтра, состоит из трубок, соединённых с трубопроводами исходной и обработанной воды, вентиля и манометров, показывающих давление до и после фильтра.

ДОФ (рис.20) , состоящий из двух камер – камеры динамического осветления (ДО) и камеры механической фильтрации (МФ), предназначен для удаления из воды взвешенных примесей различной дисперсности, образовавшихся в результате агломерации коллоидных частиц.

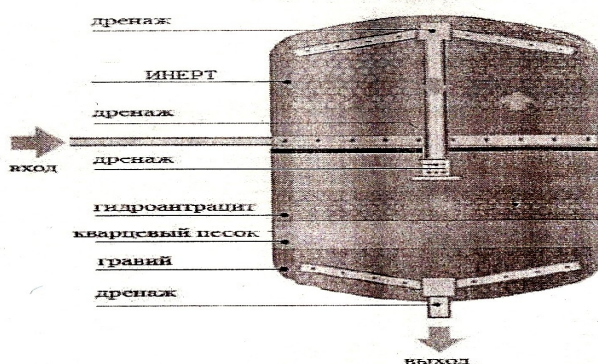


Рисунок 20. Динамический осветлительный фильтр

Для очистки 75 м³/ч исходной воды установлены три динамических осветлительных фильтра.

Обрабатываемая вода под напором 0,6 МПа поступает в камеру динамического осветления фильтра и проходит через слой инерта в направлении снизу вверх, затем через верхнее дренажно – распределительное устройство по центральной трубе вода направляется в камеру механической фильтрации, после чего проходит двухслойную фильтрующую загрузку и через нижнее дренажно – распределительное устройство отводится из фильтра.

Очистка воды при пропуске через ДОФ происходит в результате прилипания к зернам фильтрующего материала примесей воды, которые задерживаются на поверхности и в порах фильтрующего материала.

В динамической осветлительной камере фильтра из воды удаляется основное содержание присей исходной воды, а в камере механической фильтрации удаляются остаточные мелкодисперсные примеси.

Рабочий цикл заканчивается по достижению одного из заданных показателей:

- разности давления воды в одной из камер фильтра;
- осветления определенного количества воды за фильтроцикл.

В первом случае работа фильтра контролируется по разности показаний манометров, установленных на трубопроводах исходной и очищенной воды. Во втором случае фиксируется суммарное количество воды, обработанной за фильтроцикл.

По окончании рабочего цикла фильтр отключается от рабочих магистралей для промывки фильтрующей загрузки и удаления задержанных механических примесей исходной воды. Промывка производится либо только водой, либо водой и сжатым воздухом до резкого посветления сбрасываемой в дренаж промывочной воды. Все операции по промывке фильтра производятся на исходной воде. По окончании промывки фильтр включается в работу.

В качестве фильтрующей загрузки камеры динамического осветления применяется фильтрующий материал INERT. При работе фильтра плавающий INERT находится в верхней части фильтра.

В камере механической фильтрации в качестве фильтрующей загрузки применяется послойно снизу вверх гравий, кварцевый песок и гидроантрацит, что повышает скорость фильтрации. Вода с взвесью, проходя через слой крупнозернистого антрацита, оставляет в нем основную массу взвеси, а нижний слой мелкозернистого кварца задерживает мелкую взвесь.

Характеристика используемых фильтрующих материалов, представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Характеристика фильтрующих материалов

№ п/п	Наименование	Тип, марка	Гран.состав, мм	Высота, м	Объем, м³	
					На единиц у	всего
Камера механической фильтрации						
1	Гравий	-	2,5-5,0	0,2+сфера	0,97	2,91
2	Кварцевый песок	-	0,6-1,2	0,7	1,24	3,72
3	Гидроантрацит	-	1,2-2,5	0,7	1,24	3,72
Камера динамического осветления						
4	Инерт	INERT	2,5-4,5	1,65+сфера	3,54	10,62

Результатом коагуляции воды, с последующей флокуляцией и дальнейшим осветлением в ДОФ являются увеличение ее прозрачности и снижение содержания взвешенных веществ, окисляемости, соединений железа и солесодержания в воде.

В связи с непостоянным составом исходной воды, были проведены анализы в течение нескольких дней, которые показали эффективность данных реагентов.

Результаты лабораторного контроля исходной и очищенной воды до и после внедрения новшества представлены в таблицах 11 и 12.

Таблица 11 – Результаты исследований исходной и очищенной воды без внедрения новых технологий

Наименование анализируемого продукта	Контролируемые показатели	Показатели результатов	Наименование анализируемого продукта	Показатели результатов	Эффективность очистки (%)
1	2	3	4	5	6
Магистраль исходной воды (первый день)	Прозрачность, см	10	Магистраль очищенной воды (первый день)	13	30
	Сульфаты, мг/дм ³	140		128	9
	Солесодержание, мг/дм ³	500		400	20
	Хлориды, мг/дм ³	18,75		17,03	9
	Взвешенные вещества,	8		6	25

	мг/дм ³				
--	--------------------	--	--	--	--

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
	Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	40		16-20	50-60
	Железо, мг/дм ³	1200		792	33
	Нефтепродукты, мг/дм ³	5		2,8	44
Магистраль исходной воды (второй день)	Прозрачность, см	20	Магистраль очищенной воды (второй день)	30	33
	Сульфаты, мг/дм ³	137		119	13
	Солесодержание, мг/дм ³	485		364	25
	Хлориды, мг/дм ³	19,3		18,5	4
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	5,3		3,71	30
	Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	37		15-19	50-60
	Железо, мг/дм ³	1000		650	35
	Нефтепродукты, мг/дм ³	4,8		2,64	45
Магистраль исходной воды	Прозрачность, см	12	Магистраль очищенной воды (третий	15	20
	Сульфаты, мг/дм ³	125		110	12

(третий день)	Солесодержание, мг/дм ³	435	день)	291	33
---------------	------------------------------------	-----	-------	-----	----

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	4,4		3,17	28
	Хлориды, мг/дм ³	15,5		14,4	7
	Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	46		18-23	50-60
	Железо, мг/дм ³	985		690	30
	Нефтепродукты, мг/дм ³	4,1		2,46	40

Таблица 12 – Результаты исследований исходной и очищенной воды после внедрения новых технологий

Наименование анализируемого продукта	Контролируемые показатели	Показатели результатов	Наименование анализируемого продукта	Показатели результатов	Эффективность очистки (%)
1	2	3	4	5	6
Магистраль исходной воды (первый день)	Прозрачность, см	15	Магистраль очищенной воды (первый день)	30	50
	Сульфаты, мг/дм ³	125		106	15
	Хлориды, мг/дм ³	18		14	25
	Солесодержание, мг/дм ³	381		191	50
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	5		0,7	86

	Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	36,8		7,36-18,4	50-80
--	---	------	--	-----------	-------

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6
	Железо, мг/дм ³	1304		391-652	50-70
	Нефтепродукты, мг/дм ³	4,9		1,47-1,96	60-70
Магистраль исходной воды (второй день)	Солесодержание, мг/дм ³	295	Магистраль очищенной воды (второй день)	148	50
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	3,8		0,4	89
	Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	31		6-16	50-80
	Прозрачность, см	18		36	50
	Сульфаты, мг/дм ³	141		116	18
	Железо, мг/дм ³	1500		450-750	50-70
	Хлориды, мг/дм ³	15		11	27
	Нефтепродукты, мг/дм ³	3,7		1,11-1,48	60-70
Магистраль исходной воды (третий день)	Солесодержание, мг/дм ³	386	Магистраль очищенной воды (третий день)	193	50
	Взвешенные вещества, мг/дм ³	5,6		0,84	85

	Прозра- чность, см	12		24	50
	Хлориды, мг/дм ³	14,8		11	29

Продолжение таблицы 12

1	2	3	4	5	6
	Сульфаты, мг/дм ³	129,5		114	12
	Перманганатная окисляемость, мг/дм ³	44		9-22	50-80
	Железо, мг/дм ³	200		60-100	50-70
	Нефтепродукты, мг/дм ³	6		1,8-2,4	60-70

Исходя из данных результатов видно эффективность применяемого способа очистки оборотной воды. Так как в процентных показателях очистка увеличилась.

Прозрачность воды улучшилась с 30 до 50%, качество очистки сульфатов с 20-25 до 50%, взвешенных веществ с 30 до 86-90%, перманганатная окисляемость с 60 до 80%, содержание железа с 35 до 50-70% и нефтепродуктов от 45 до 60-70%.

6 Методы анализов

Методика определения взвешенных веществ

Взвешенные вещества – это частицы минерального и органического происхождения, присутствующие в природных, промышленных водах, имеющие большие размеры, чем коллоидные частицы, и находящиеся во взвешенном состоянии. Концентрация взвешенных частиц связана с сезонными факторами и режимом стока.

Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, состав растворенных компонентов поверхностных вод, адсорбцию токсичных веществ, а также на состав и распределение отложений и на скорость осадкообразования.

Сущность анализа

Метод основан на отделении от воды взвешенных веществ и точное взвешивание этих частиц на аналитических весах.

Подготовка к анализу

Два фильтра свернутых в форме воронки, помещают в бюкс для взвешивания и высушивают в сушильном шкафу в течение 2 часов при температуре 105°C. Стаканчик для взвешивания закрывают крышкой, помещают в эксикатор, охлаждают до температуры 20-25°C и взвешивают, записывая результат с точностью до третьего десятичного знака. Операции последующего взвешивания, охлаждения и взвешивания повторяют не менее трех раз до достижения постоянной массы стаканчика с фильтром.

Постоянная масса: «высушивать до постоянной массы», означает, что процесс высушивания должен продолжаться до того момента, когда результаты двух последовательных взвешиваний будут отличаться не более чем на 0,0005г. Вещества взятого для определения.

Ход определения

Цилиндром отбирают пробу от 100 см³ до 1 дм³, хорошо перемешивают и фильтруют через фильтр, доведенный до постоянной массы, в коническую или плоскодонную колбу. Фильтр должен быть меньше воронки на 0,5 см и плотно прилегать. После того как вся проба профильтруется, фильтр складывают в бюкс и сушат в сушильном шкафу при температуре 105°C до постоянной массы, с открытой крышкой. Бюкс ставят в эксикатор с закрытой крышкой.

Обработка результатов

Массовую концентрацию нерастворимых веществ в воде X , мг/дм³, вычисляется по формуле:

$$X = (m_1 - m_2) \times 1000 \times 1000 / V, \quad (12)$$

где m_1 – масса бюкса с осадком, мг;

m_2 – масса бюкса без осадка, мг;

V – объем пробы, взятой на анализ, см³.

Методика выполнения измерений массовых концентраций сульфат-ионов.
Сущность метода

Метод основан на образовании стабилизированной суспензии хромовокислого бария в солянокислой среде. После осаждения хромовокислого бария желтая окраска раствора титруется тиосульфатом натрия до обесцвечивания по крахмалу.

Подготовка к испытанию. Приготовление реактивов.

Соляная кислота HCL (1:1)

К 100 см³ дистиллированной воды приливают при помешивании 100 см³ соляной кислоты HCL (плотностью 1,19 г/см³).

Барий хромовокислый BaCrO₄ (раствор 2,5 % масс.)

На аналитических весах взвесить 2,5 г. BaCrO₄, растворить в дистиллированной воде и довести объем до 100 см³ (осадок не растворяется).

Аммиак NH₃ (1: 1)

К 100 см³ дистиллированной воды прилить 100 см³ аммиака водного NH₃. Раствор хранят в полиэтиленовой посуде.

Тиосульфат натрия 0,1н (натрий серноватистоокислый) Na₂S₂O₃

25г. Na₂S₂O₃ растворить в 1 дм³ дистиллированной воды свежeproкипяченной и охлажденной до температуры 20⁰С. Воду кипятят для того, чтобы предотвратить последующее изменение титра раствора тиосульфата, разлагаемого угольной кислотой.

Крахмал 0,5% (C₆H₁₀O₅)_n

Взвесить 5г крахмала, растворить примерно в 5см³ дистиллированной воды, 95см³ дистиллированной воды поставить кипятить, при появлении пузырьков вылить разведенный крахмал в кипящую воду. Использовать охлажденный.

Трилон Б (динатриевая соль этилендиаминтетрауксусной кислоты) C₁₀H₁₄O₈N₂Na₂×2H₂O (для мытья посуды)

К 10г Трилон Б добавить 5 см³ аммиака и развести 500 см³ дистиллированной воды.

Калий двуххромовокислый 0,01 н K₂Cr₂O₇.

100 см³ калия двуххромовокислого K₂Cr₂O₇ 0,01 н развести дистиллированной воды.

Калий йодистый х.ч.

Сухой реактив.

Проведение испытаний

200 см³ нефилтрованной исследуемой воды налить в коническую, термостойкую колбу, прилить 2 см³ соляной кислоты (1: 1). Раствор поставить на плитку, нагреть до кипения. Не снимая с плитки, добавить 5 см³ суспензии бария хромовокислого 2,5% масс., перед каждым добавлением суспензию перемешать. Кипятить 5 минут. Снять пробу с плитки и охладить до 80-90⁰С по каплям добавлять аммиак (1: 1) до перехода окраски из оранжевой в желтую, плюс 1-2 капли в избытке. Затем пробу охладить до комнатной температуры.

Охлажденную пробу, не фильтруя перенести при перемешивании в мерную колбу от 200 см³ до 250 см³. Пробу профильтровать в коническую колбу через бумажный фильтр «синяя лента», первые порции фильтрата следует отбросить, пробу необходимо постоянно перемешивать. В мерную колбу отмерить профильтрованную пробу объемом 100 см³, перелить в коническую колбу, прибавить сухой калий йодистый 0,5 г, затем прибавить 10 см³ соляной кислоты (1: 1). Закрыть крышкой и поставить в темное место на 5 минут.

После этого титровать 0,01 н раствором тиосульфата натрия. Крахмал добавлять перед концом титрования, когда желтая окраска йода начинает ослабевать, иначе большое количество йода будет адсорбировано крахмалом и реакция тиосульфата замедлится.

Поправочный коэффициент.

10 см³ 0,01 н калия хромовокислого прилить к 100 см³ дистиллированной воды. Прибавить 10 см³ концентрированной серной кислоты и 0,5 г сухого калия йодистого, закрыть крышкой и поставить в темное место на 5 минут. После этого титровать 0,01 н раствором тиосульфата натрия по крахмалу до обесцвечивания.

Поправочный коэффициент (К) вычисляют по формуле:

$$K_t = \frac{10}{n}, \quad (13)$$

где n – количество тиосульфата натрия, израсходованного на титрование, см³.

Обработка результатов:

$$C = \frac{X \times K \times K_m \times V_1 \times V_2}{V_3 \times V_4}, \quad (14)$$

где X - количество тиосульфата натрия 0,01 Н, пошедшего на титрование пробы, см³;

K – 0,32 постоянная (молярная масса серы, полученная при взаимодействии тиосульфата натрия и серной кислоты);

K_t – коэффициент тиосульфата натрия;

V₁ – объем колбы для охлаждения пробы, см³;

V₂ – перевод из см³ в дм³;

V₃ – объем пробы, взятой для анализа, см³;

V₄ – объем пробы, взятой для титрования, см³.

Методика определения нефтепродуктов колориметрическим методом
Сущность метода

Сущность метода состоит в образовании окрашенной в коричнево-бурый цвет жидкости, полученной при взаимодействии примесей нефтепродуктов с серной кислотой. Чувствительность метода - 0,05 мг нефтепродуктов в пробе.

Проведение анализа

Объем анализируемой воды помещают в делительную воронку, дважды обмывают стенки сосуда, в который была отобрана проба, экстрагентом, т.е. четыреххлористым углеродом или гексаном, используя их по 10-15 см³ и сливая в ту же воронку. Затем, закрыв воронку пробкой, сильно взбалтывают ее содержимое, выпуская излишки воздуха через кран, перевернув воронку краном кверху. Взбалтывание проводят в течение 2-3 мин, после чего ставят воронку в штатив и дают жидкости полностью расслоиться. При этом четыреххлористый углерод с растворенными нефтепродуктами собирается в нижней части воронки, а гексановый раствор нефтепродуктов всплывает наверх. Нижний слой четыреххлористого углерода или верхний слой гексана осторожно сливают на сухой бумажный фильтр, полученный фильтрат собирают в чистый сухой стакан, промывают фильтр четыреххлористым углеродом или гексаном (5-10 см³), собирая промывные растворы в тот же стакан. Для устранения влияния органических примесей, способных растворяться в четыреххлористом углероде или гексане, может быть применено фильтрование экстракта через слой (7-10 см) сорбента (активированной окиси алюминия), загруженного в стеклянную трубку длиной 10 см диаметром 1 см с впаянной в нее дырчатой стеклянной пластинкой. Верхний конец трубки расширен в виде воронки, а нижний оттянут до диаметра 1 мм. В трубку на стеклянную пластинку помещают слой стеклянной ваты толщиной 1 см, а поверх него насыпают сорбент толщиной 3-5 см. Поверх сорбента укладывают еще один слой стеклянной ваты. Сорбент - активированную окись алюминия - прокалывают при 800°C в течение 3-4 ч, а стеклянную вату прогревают при 250-300°C в течение 2-3 ч. Собранный экстракт, т.е. колонка для фильтрования, должна быть промыта экстрагентом. Фильтрование через колонку экстракта, полученного извлечения из воды нефтепродуктов, проводят со скоростью 0,5-1,0 см³ в мин, на фильтрование всей порции экстракта расходуется обычно не более 20 мин. Фильтрат собирают в чистый сухой стакан; в него же собирают и промывную жидкость, т.е. 5-10 см³ экстрагента, пропускаемые через сорбент после окончания фильтрования экстракта. После удаления этих примесей к оставшимся в стакане нефтепродуктам приливают 10 см³ концентрированной серной кислоты и в течение 5 мин нагревают жидкость на кипящей водяной бане. При этом стремятся смочить серной кислотой все части внутренней поверхности стакана, куда могли попасть капли экстракта. Жидкости дают остыть до комнатной температуры и определяют оптическую плотность ее (A_x) на фотоколориметре со светофильтром областью светопропускания 440 нм в кюветах с толщиной поглощающего свет слоя 20 мм. В качестве раствора сравнения используют 10 см³ концентрированной серной кислоты, также подвергнутой нагреванию и последующему охлаждению.

Обработка результатов

По градуировочному графику находят массу нефтепродуктов в анализируемой пробе. Полученную оптическую плотность находят по оси ординат и по ней массу нефтепродуктов (m) в пробе.

Концентрацию нефтепродуктов (С) в миллиграммах на килограмм вычисляют по формуле:

$$C = \frac{m}{V} \times 10^3, \quad (15)$$

где V - объем воды, использованный для определения, см³;

m - масса нефтепродуктов, найденная по градуировочному графику, мг.

Суммарная погрешность результата определения нефтепродуктов колориметрическим методом с доверительной вероятностью (P=0,95) указана в таблице 14.

Таблица 13 – Суммарная погрешность результата определения нефтепродуктов

Масса нефтепродуктов в пробе, мг	0,05	0,07	0,10	0,20	0,50	1,00
Суммарная погрешность, %	±15	±10	±7	±5	±2	±1

Методика определение перманганатной окисляемости (титрометрический метод).

Сущность метода

Органические вещества, присутствующие в исследуемом растворе, окисляют раствором марганцовокислого калия при кипячении. Избыток титрованного раствора должен составлять не менее 40 % первоначально введенного объема, который определяют йодометрически. Массу органических веществ в объеме исследуемого раствора выражают через эквивалентную ей массу кислорода, полученную по результатам титрования.

Метод применяют при определении окисляемости в пересчете на массовую концентрацию кислорода от 1,6 мг/дм³ и более.

Подготовка к испытанию. Приготовление реактивов.

Калий марганцовокислый готовят путем десятикратного разбавления раствора калия марганцовокислого с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³, приготовленного из стандарт-титра.

Натрий серноватистоокислый, раствор с молярной концентрацией эквивалента $C \left(\frac{1}{5} \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5\text{H}_2\text{O} \right)$ 0,01 моль/дм³

Готовят путем десятикратного разбавления раствора натрия серноватистоокислого с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³, приготовленного из стандарт-титра.

Натрия гидроокись, раствор с массовой концентрацией 330 г/дм³

Готовят следующим образом: в стакан вместимостью 1000 см³ помещают 330 г гидроокиси натрия, растворяют в дистиллированной воде и доводят объем раствора до 1000 см³.

Кислота серная

Разбавленная 1 : 3.

Калий йодистый х.ч.

Сухой реактив.

Крахмал, раствор с массовой концентрацией 5 г/дм³

Готовят по ГОСТ 4517-75.

Проведение анализа

100 см³ исследуемого раствора помещают в коническую колбу, добавляют 3 см³ раствора гидроокиси натрия и 10 см³ раствора марганцовокислого калия. Колбу накрывают часовым стеклом, доводят раствор до кипения и поддерживают равномерное кипение в течение 10 мин. Окраска раствора до конца кипения должна сохранять фиолетовый оттенок. По окончании кипячения раствор охлаждают до температуры 20 - 25 °С и по каплям добавляют раствор серной кислоты до полного растворения гидроокиси. К содержимому колбы добавляют 0,5 г йодистого калия и 3 см³ раствора серной кислоты. Выделившийся йод оттитровывают раствором серноватистокислого натрия в присутствии индикатора - крахмала. Одновременно через все стадии анализа проводят раствор, содержащий 100 см³ дистиллированной воды и реактивы.

Обработка результатов

Окисляемость в пересчете на массовую концентрацию кислорода X , мг/дм³, вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V_1 - i V_2}{V} \times 0,8 \times 1000, \quad (16)$$

где V_1 - объем раствора серноватистокислого натрия, израсходованный на титрование дистиллированной воды, см³;

V_2 - объем раствора серноватистокислого натрия, израсходованный на титрование исследуемого раствора, см³;

0,08 - масса кислорода, эквивалентная массе серноватистокислого натрия в 1 см³ раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,01 моль/дм³, мг;

V - объем исследуемого раствора, взятый для анализа, см³.

Методика определения хлоридов (ГОСТ 26449.185).

Сущность метода

Хлориды титруют раствором азотнокислого серебра в присутствии хромовокислого калия в качестве индикатора.

Метод применяют при определении массовой концентрации хлоридов от 50 мг/дм³ и более.

Нижний предел обнаружения составляет 2,3 мг/дм³.

Определение поправочного коэффициента к раствору азотнокислого серебра.

10 см³ раствора хлористого натрия помещают в коническую колбу, добавляют 90 - 100 см³ дистиллированной воды, 1 см³ раствора хромовокислого калия и титруют раствором азотнокислого серебра до перехода окраски из лимонно-желтой в оранжево-желтую.

Поправочный коэффициент K вычисляют по формуле:

$$K = \frac{10}{V}, \quad (17)$$

где V - объем раствора азотнокислого серебра, израсходованный на титрование, см³;

10 - объем раствора хлористого натрия, взятый для анализа, см³.

Проведение анализа

Объем исследуемого раствора, содержащий 5,0 - 100,0 мг/дм³ хлоридов, помещают в коническую колбу. 10 см³ раствора хлористого натрия помещают в коническую колбу, добавляют 90 - 100 см³ дистиллированной воды, 1 см³ раствора хромовокислого калия и титруют раствором азотнокислого серебра до перехода окраски из лимонно-желтой в оранжево-желтую.

Обработка результатов

Массовую концентрацию хлоридов X , мг/дм³, вычисляют по формуле:

$$X = \frac{V_1}{V} K \times 0,0035 \times 1000 \times 1000, \quad (18)$$

где V_1 - объем раствора азотнокислого серебра, израсходованный на титрование, см³;

K - поправочный коэффициент к раствору азотнокислого серебра;

0,0035 - масса хлоридов, эквивалентная массе азотнокислого серебра в 1 см³ раствора с молярной концентрацией эквивалента 0,1 моль/дм³, г;

V - объем исследуемого раствора, взятый для анализа, см³.

Методика определения прозрачности в воде.

Сущность метода заключается в визуальном определении прозрачности воды.

Прозрачность столбца, предварительно тщательно перемешанной пробы исследуемой воды, дает возможность приближенно оценить в ней содержание взвешенных веществ, так как прозрачность зависит от количества и цвета взвешенных и растворенных в воде веществ. Определение прозрачности производят «по кольцу» и «по шрифту» метод Снеллена.

«по кольцу» - наиболее простой метод определения прозрачности установление момента исчезновения видимости опускаемого в воду кольца 20 мм, изготовленного из проволоки 2 мм и укрепленного на металлической линейке с сантиметровой шкалой.

«по шрифту»- мерой прозрачности служит высота водяного столба, сквозь который можно еще прочесть шрифт определенного типа.

Методика определения железа

Сущность метода

Ионы трехвалентного железа образуют с сульфосалицилат-ионами комплексное соединение, раствор которого в щелочной среде окрашен в желтый цвет. Двухвалентное железо в условиях анализа переходит в трехвалентное. Оптическую плотность раствора измеряют на фотоэлектроколориметре.

Проведение анализа

Объем исследуемого раствора, содержащий 10 - 100 мкг железа, помещают в коническую колбу, добавляют 1 см³ раствора соляной кислоты и упаривают до объема 10 - 15 см³. Полученный раствор разбавляют дистиллированной водой и фильтруют, собирая фильтрат в мерную колбу вместимостью 100 см³, добавляют 2 см³ раствора хлористого аммония, 2 см³ раствора сульфосалициловой кислоты и 5 см³ аммиака. Объем раствора доводят дистиллированной водой до метки и перемешивают. Через 5 мин измеряют оптическую плотность раствора на фотоэлектроколориметре с синим светофильтром (длина волны $\lambda = 400 \div 430$ нм) в кювете с толщиной поглощающего свет слоя 20 мм. В качестве раствора сравнения применяют дистиллированную воду. Массу железа в пробе находят по градуировочному графику.

Обработка результатов

Массовую концентрацию железа X , мкг/дм³, вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m \times 100}{V}, \quad (19)$$

где m - масса железа в пробе, найденная по градуировочному графику, мкг;

V - объем исследуемого раствора, взятый для анализа, см³.

7 Охрана труда и окружающей среды

Виды и воздействия установки на окружающую среду следующие:

- на водную среду – сброс промывных вод от ДОФ в колодец предусмотрен насосной станцией в фильтры отстойники. Очищенная вода будет возвращена в оборотную систему, а осадок от промывки фильтров планируется периодически вывозить специализированным автотранспортом в места, разрешенные санитарно – эпидемиологической службой;

- на воздушную среду – шум от установленных насосов. Выбросы загрязняющих веществ от устанавливаемого оборудования отсутствует. Сбросы сточных вод в открытые водоемы исключены.

Технические решения, предусмотренные проектом, направлены на снижение эксплуатационных затрат, повышение надежности работы установки, уменьшение сброса шламовых сточных вод.

При эксплуатации установки (при производительности 75 м³/ч) образуются шламовые сточные воды от взрыхляющей промывки осветительных фильтров – среднечасовой расход 4,43 м³/ч направляется насосной станцией в фильтры-отстойники.

В таблице 14 представлена характеристика сточных вод.

Таблица 14 – Характеристика сточных вод

№ п/п	Наименование	Единицы измерения	Значение
1	Годовое количество сточных вод	тыс. м ³ /год	31,05
2	Качественный состав сточных вод:		
3	кальций	мг/дм ³	35
4	магний	мг/дм ³	7
5	натрий	мг/дм ³	30
6	хлориды	мг/дм ³	17,3
7	сульфаты	мг/дм ³	206,4
8	общее солесодержание	мг/дм ³	295,7
9	взвешенные вещества	мг/дм ³	1083,0
10	Годовое количество сбрасываемых солей (в пересчете на сухое		
11	кальций	т/год	1,087
12	магний	т/год	0,217
13	натрий	т/год	0,932
14	хлориды	т/год	0,537
15	сульфаты	т/год	6,409
16	взвешенные вещества	т/год	33,627

Для безопасной эксплуатации оборудования и правильного ведения процессов предусматриваются следующие мероприятия:

- применение технологического оборудования и трубопроводов, конструкция и материалы которых соответствуют рабочим условиям процессов и свойствам применяемых веществ;
- компоновка оборудования, обеспечивающая свободный проход к оборудованию при монтаже, ремонте и эксплуатации;
- для сбора возможных проливов воды и реагентов в помещениях предусмотрены дренажные каналы;
- установка средств КИПиА, позволяющих контролировать и регулировать штатное течение технологических процессов;
- установка световой и звуковой сигнализации, срабатывающей при достижении критических параметров технологического процесса;
- установка блокировок, срабатывающих при критических параметрах процесса;
- применение электрооборудования в исполнении, соответствующем классу зоны;
- вращающиеся части оборудования защищены кожухами;
- заземление электродвигателей;
- защита оборудования и трубопроводов от статического электричества;
- рабочие площадки и лестницы оборудованы ограждениями;
- приём пищи или курение на рабочих местах не допускается;
- на участках должны быть аптечки, снабжённые необходимым набором медикаментов для оказания первой помощи;
- персонал, занятый работой с реагентами (коагулянт, флокулянт), должен работать в химически стойкой одежде, прорезиненных фартуках, резиновых сапогах, резиновых перчатках, химических защитных очках, иметь респиратор фильтрующий противогаз;
- спецодежда должна сначала обеспыливаться, а затем подвергаться химчистке или стирке.

7.1 Требования безопасности к коагулянту - сульфату алюминия

Сульфат алюминия пожаро- и взрывобезопасен. По степени воздействия на организм продукт относится к веществам 3-го класса опасности в соответствии.

Сульфат алюминия поступает в воздух рабочей зоны в виде пыли (аэрозоля). Предельно допустимая концентрация пыли сульфата алюминия в воздухе рабочей зоны производственных помещений в пересчёте на алюминий установлена 0,5 мг/м³.

В воздушной среде и сточных водах в присутствии других веществ или факторов сульфат алюминия токсичных веществ не образует.

Воздух, содержащий пыль (аэрозоль) сульфата алюминия, перед выбросом в атмосферу подвергают сухой или мокрой очистке до установленных предельно допустимых норм выбросов.

Сточные воды, образующиеся в результате смывов, влажной уборки и очистки воздуха, контроль которых проводится в соответствии с нормами, утверждёнными Министерством здравоохранения, направляются в промышленную канализацию.

В целях коллективной защиты должна быть предусмотрена герметизация оборудования и коммуникаций.

Производственные и лабораторные помещения, в которых проводится работа с сульфатом алюминия, должны быть оснащены приточно-вытяжной вентиляцией, обеспечивающей состояние воздуха рабочей зоны в соответствии с требованиями.

В производственных помещениях обязательно должна проводиться влажная уборка. Места возможного пыления сульфата алюминия должны быть снабжены местной вытяжной вентиляцией.

Для защиты органов дыхания должны применяться респираторы, для защиты лица и глаз - защитные очки. Работающие с сульфатом алюминия должны обеспечиваться спецодеждой, спецобувью, перчатками.

Анализ сульфата алюминия должен выполняться с соблюдением правил безопасной работы в химических лабораториях, утверждённых в установленном порядке.

При погрузке и разгрузке сульфата алюминия должны соблюдаться требования безопасности по ГОСТ 12.3.009.

7.2 Требования безопасности к флокулянту - PRAESTOL 650BC

Флокулянты марки ПРАЕСТОЛ - это органические, синтетические, высокомолекулярные вспомогательные средства флокуляции на основе полиакриламида (ПАА).

Высокомолекулярные флокулянты типа PRAESTOL являются, как правило, чувствительными к воздействию влаги в таких формах, как конденсированная вода, опрыскивающая вода, влажный воздух. Контакт с водой (при попадании капель) может привести к местному образованию сгустков. Поэтому продукт должен храниться в сухой закрытой влагонепроницаемой таре.

Класс водной опасности по ГОСТ 12.1.007-76 - IV (мало опасных веществ). В соединении с водой и влажной средой продукт становится крайне скользким и является причиной падения. Необходимо обеспечить безопасность дорожек. В случае рассыпания или утечки продукта:

- сухой продукт полностью убрать с дорожки с помощью тех. инвентаря и пересыпать в неповреждённую тару;
- влажный продукт полностью обработать песком или другим наполнителем и счистить с поверхности дорожки;

- повторить действия в случае необходимости. Лишь незначительные остатки продукта можно смывать с дорожки сильной струёй воды.

Следует избегать образования пыли при применении сухого продукта, не допускать попадания в глаза, избегать длительного контакта с кожей. При попадании продукта на кожу тщательно смыть водой.

Меры пожаротушения - пригодные огнетушащие средства: сильная струя воды, пена, углекислый газ, сухие огнетушащие средства.

Особая опасность вещества, продукты его сгорания в случае пожара - окись углерода CO, окись азота NO.

Особые средства защиты при пожаротушении: особых мер предосторожности не требуется.

Меры по охране окружающей среды: промыть место рассыпания продукта. Небольшие остатки смыть в канализационную систему большим количеством воды, сточные воды подвергнуть биологической очистке.

Применение: в случае пылеобразования обеспечить хорошую вентилируемость помещения и возможное отсасывание пыли.

Хранение: особых условий хранения нет. Защита органов дыхания: требуется в случае пылеобразования. Защита органов зрения: защитные очки. Утилизация продукта (устойчивость и распад):

- не допускать сброса концентрированного продукта в водоёмы без биологической очистки сточных вод;

- разбавленные рабочие растворы в силу специфических свойств продукта (высокая субстантивность, флокулообразование активного ила) рассматриваются как водонезагрязняющие;

- благодаря высокомолекулярной структуре продукт не подлежит биологическому распаду;

- благодаря свойственной продукту субстантивности при биологической очистке сточных вод достигается высокая степень устранимости продукта в силу его соединения с активным илом.

7.3 Защита от статического электричества

Для защиты установки от статического электричества все оборудование и все коммуникации надежно заземляются.

Все внешние элементы технических средств измерения, сигнализации и автоматического регулирования, находящиеся под напряжением, заземляются в соответствии с требованиями ГОСТ Р 50571.5.54-2011 и «Правил устройства электроустановок».

Предусмотрен контур заземления оборудования средств измерений и управления, так называемое защитное заземление.

Контур защитного заземления используется для одностороннего заземления экранов контрольных кабелей в кроссовых шкафах или в шкафах управления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Город Павлодар – это промышленный город. И одним из водопотребителей является химическое предприятие ТОО «Компания Нефтехим LTD». Это завод по производству МТБЭ и полипропилена.

Вода необходима на территории завода в качестве охладителя. То есть вода используется в блоке оборотного водоснабжения, который необходим для охлаждения горячей оборотной воды, поступающей с технологических установок завода.

Главным источником водопотребления является река Иртыш. Но так как в речной воде находится достаточное количество примесей, то ее необходимо подвергать очистке.

В данной магистерской работе были рассмотрены системы водоснабжения, оборудования, применяемое для очистки оборотной воды, также были рассмотрены методы интенсификации процесса осветления воды.

В ходе наших лабораторных исследований качества оборотной воды и технологического процесса ТОО «Компания Нефтехим LTD» было выявлено, что при внедрении в технологический процесс динамического осветлительного фильтра (ДОФ) и использование таких химических реагентов, как флокулянтов и коагулянтов повлияло на очистку оборотной воды и очистка стала более эффективной. Данные лабораторных результатов приведены в сравнительной таблице.

Все примеси ведут к отложению на стенках теплообменных устройств осадка в виде твердого и трудноудаляемого слоя (накипи) из-за содержания в воде минеральных солей (преимущественно магния и кальция) - наиболее распространенная проблема, с которой сталкиваются в промышленности и в быту. В результате сужения внутреннего диаметра труб и уменьшения теплопроводности ухудшаются условия теплообмена. С течением времени энергетические потери могут составлять 60%. Также одной из наиболее важных проблем, является содержание взвешенных веществ в воде.

Взвешенные вещества – это частицы минерального и органического происхождения, присутствующие в природных, промышленных водах, имеющие большие размеры, чем коллоидные частицы, и находящиеся во взвешенном состоянии.

Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды и на проникновение в нее света, на температуру, а также на скорость осадкообразования.

Ранее с этими проблемами боролись отстаивание воды, а также для предотвращения отложений на стенках теплообменных аппаратов использовали противонакипное устройство Гидрофлоу.

Исходя из результатов лабораторных анализов данный метод очистки не являлся эффективным. Поэтому данная проблема была решена с помощью введения в технологический процесс устройства для осветления воды. В

качестве устройства выступает динамический осветлительный фильтр (ДОФ). А процессы которые проходят в данном устройстве помогают более эффективно очистить воду. Такими процессами является флокуляция и коагуляция.

В ходе наших исследований было выявлено, что в качестве флокулянта наилучшим образом стоит использовать PRAESTOL 650BC, а в качестве коагулянта сульфат алюминия.

В качестве коагулянта был выбран именно сульфат алюминия, так как чаще всего для качественной очистки воды на промышленных предприятиях коагуляция происходит солями железа либо солями алюминия. Коагуляция солями железа происходит в сочетании с известкованием, а мы используем раствор щелочи для повышения pH исходной воды.

Преимущество PRAESTOL 650 BC заключается в более интенсивном уплотнении осадка по сравнению с другими видами, образуя более крупные и тяжелые хлопья.

В ходе лабораторных исследований было выявлено, что качество воды после очистки стало лучше. Прозрачность воды улучшилась с 30 до 50%, качество очистки сульфатов с 20-25 до 50%, взвешенных веществ с 30 до 86-90%, перманганатная окисляемость с 60 до 80%, содержание железа с 35 до 50-70% и нефтепродуктов от 45 до 60-70%.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Галлиев М.А., Шаретдинов Э.Ф. Экология Башкортостана: Учебник для студентов вузов. – Уфа: Издательство «Республиканский учебно-научный методический центр Госкомитета РБ по науке, высшему и среднему профессиональному образованию», 2001. 174 с.
2. Анализ природоохранной деятельности ОАО «Салаватнефтеоргсинтез» за 2004 год.
3. Ольков П.Л. Водоснабжение нефтеперерабатывающих заводов. – Уфа: Уфимский нефтяной институт, 1998. 68с.
3. Сомов М.А. Водопроводные системы и сооружения. Учебник для вузов. – М.: Стройиздат, 1988. 399с.
5. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации ионов меди в природных и сточных водах фотометрическим методом с диэтилдитиокарбаматом свинца. ПНД Ф 14.1:2.48-96. – М.: ГУАК Минприроды РФ, 1996.
6. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений рН в водах потенциометрическим методом. ПНД Ф 14.1:2.3:4.121-97. – М.: ГУАК Минприроды РФ, 1997.
7. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений содержаний сульфатов в пробах природных и очищенных сточных вод титрованием солью свинца в присутствии дитизона – М.: Госкомэкология РФ, 1996.
8. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений жесткости в пробах природных и очищенных сточных вод титриметрическим методом. – М.: Госкомэкология РФ, 1996.
9. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. – М.: Химия, 1984. 448с.
10. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды РБ в 2003 году. – Уфа.: Государственный комитет РБ по охране окружающей среды, 2004.
11. Карелин Я.А. Очистка производственных вод. – М.: Стройиздат, 1980. 153с.
13. Шицкова А.П., Новиков Ю.В., Гурвич Л.С., Климкина Н.В. Охрана окружающей среды в нефтеперерабатывающей промышленности. – М.: Химия, 1980г. 176с.
14. Временные методические рекомендации к использованию доочищенных сточных вод в техническом водоснабжении. – М., Химия, 1988. 7 с.
15. Черкинский С. Н. и др. Гигиена и санитария. -1995. с. 11-14.
16. Шабалин А. Ф. Обратное водоснабжение промышленных предприятий. - М., Стройиздат, 1996. 296 с.
17. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М.: Стройиздат. 1986. 120с.

18. Алфёрова А.А., Нечаев А.П. Замкнутые системы водного хозяйства промышленных предприятий, комплексов и районов. М.: Стройиздат, 1997.
19. Беспамятнов Г.П., Кротов Ю.А. Предельно допустимые концентрации химических веществ в окружающей среде. Л.: Химия, 1990 .
20. Ласкорин Б.Н., Громов Б.В., Цыганков А.П., Сенин В.Н. Проблемы развития безотходных производств. М.: Стройиздат, 1995 .
21. Родионов А.И., Клушин В.Н., Торошечников Н.С. Техника защиты окружающей среды. М.: Химия, 1989 .
22. Гвоздяк П.И., Дмитриенко Т.М., Куликов Н.И. Очистка промышленных сточных вод. // Химия и технология воды 1995 г. т.9. № 1.
23. Майстренко В.Н., Хамитов Р.З., Будников Г.К. Эколого-аналитический мониторинг супертоксиантов. М.: Химия, 1996.
24. Драгинский В.Л., Алексеева Л.П. Образование токсичных продуктов при использовании различных окислителей для очистки воды.// Водоснабжение и санитарная техника 2002 г. № 2.
25. Смирнов А.Д., Миркин В.И., Кантор Л.И. Углевание воды при экстраординарных загрязнениях водоисточника – р.Уфа. // Водоснабжение и санитарная техника 2001 г. № .
26. Петошина Н.П. Поэтапное предотвращение загрязнений водоемов сточными водами. // Водоснабжение и санитарная техника 1999 г. № 6.
27. Беляева С.Д., Гюнтер Л.И., Аграноник Р.Я. Комплексные подходы к решению проблемы обработки и размещения осадков сточных вод. // Водоснабжение и санитарная техника 2002 г. № 2.
28. Чертес К.Л., Стрелков А.К., Быков Д.Е. и др. Утилизация осадков сточных вод в качестве материала для изоляции ТБО. // Водоснабжение и санитарная техника 2001 г. № 6.
29. Новиков Ю.В., Ласточкин К.Щ. Методы исследования качества воды водоемов.-М.:Медицина,1998.
30. Брызгалов В.А. Методы определения загрязняющих веществ в поверхностных водоемах.-Л.:Гидрометиздат,1987.
31. Макар С.В. Основы экономики природопользования. М.: Институт международного права и экономики им. А.С. Грибоедова, 1998.
32. Инструктивно-методические указания по взиманию платы за загрязнения окружающей среды (в ред. Приказа Госкомэкологии РФ от 15.02.2000 г. № 77).
33. Кукин П.П., Лапин В.Л., Пономарев Н.Л., Сердюк Н.И. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств (охрана труда). М.: Высшая школа, 2001.
34. Трудовой кодекс РФ 2003.
35. Бобков А.С., Блинов А.А., Роздин И.А., Хабарова Е.И. Охрана труда и экологическая безопасность в химической промышленности. М.: Химия, 1998
36. Михеев Г.М., Исмагилов Ф.Р., Абдюкова Г.М. Безопасность жизнедеятельности. Защита населения в чрезвычайных ситуациях. Уфа: Юниграф, 2002.

37. Стихийные бедствия, аварии, катастрофы. Правила поведения и действия населения. / Сборник методических разработок для проведения занятий с населением по тематике ГО и ЧС/ М., 1998.